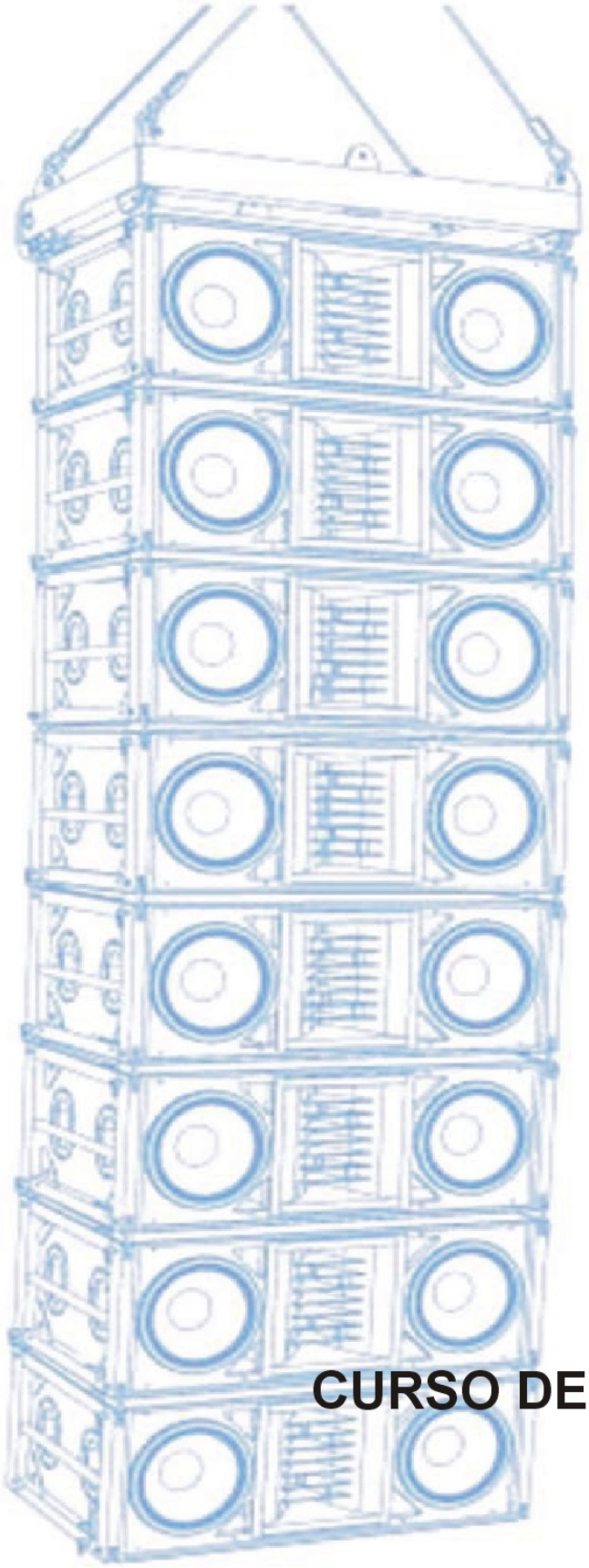


CURSO DE SONIDO

EN DIRECTO

Pepe Ruiz

TEMA 1

FISICA DEL SONIDO

Naturaleza de las ondas, ondas estacionarias, amplificación natural, resonancia, fases, desfases y contrafases.

1.1 Naturaleza de las ondas

Fenómeno físico que estimula el sentido del oído. En los seres humanos, esto ocurre siempre que una vibración con frecuencia comprendida entre unos 20 y 20.000 hercios llega al oído interno. El hercio (Hz) es una unidad de frecuencia que corresponde a un ciclo por segundo. Estas vibraciones llegan al oído interno transmitidas a través del aire, y a veces se restringe el término `sonido' a la transmisión en este medio. Sin embargo, en la física moderna se suele extender el término a vibraciones similares en medios líquidos o sólidos. Los sonidos con frecuencias superiores a unos 20.000 Hz se denominan ultrasonidos.

En general, las ondas pueden propagarse de forma transversal o longitudinal. En ambos casos, sólo la energía y la cantidad de movimiento del movimiento ondulatorio se propagan en el medio; ninguna parte del propio medio se mueve físicamente a una gran distancia. Por ejemplo, imaginemos que atamos firmemente una cuerda a un poste por un extremo, la estiramos sin tensarla del todo y sacudimos el otro extremo. Una onda se desplazará por la cuerda hacia el poste, donde se reflejará y volverá hacia la mano. En realidad, ninguna parte de la cuerda se mueve longitudinalmente hacia el poste, pero todas las partes de la cuerda se mueven transversalmente. Este tipo de movimiento ondulatorio se denomina onda transversal. Del mismo modo, si tiramos una piedra a un estanque, una serie de ondas transversales se propaga desde el punto de impacto. Un corcho que flote cerca de dicho punto se moverá hacia arriba y hacia abajo, es decir, de forma transversal a la dirección del movimiento ondulatorio, pero apenas mostrará movimiento longitudinal. En cambio, una onda de sonido es una onda longitudinal. A medida que la energía del movimiento ondulatorio se propaga alejándose del centro de la perturbación, las moléculas de aire individuales que transmiten el sonido se mueven hacia delante y hacia atrás, de forma paralela a la dirección del movimiento ondulatorio. Por tanto, una onda de sonido es una serie de compresiones y enrarecimientos sucesivos del aire. Cada molécula individual transmite la energía a las moléculas vecinas, pero una vez que pasa la onda de sonido, las moléculas permanecen más o menos en la misma posición.

Características físicas

Cualquier sonido sencillo, como una nota musical, puede describirse en su totalidad especificando tres características de su percepción: el tono, la intensidad y el timbre. Estas características corresponden exactamente a tres características físicas: la frecuencia, la amplitud y la composición armónica o forma de onda. El ruido es un sonido complejo, una mezcla de diferentes frecuencias o notas sin relación armónica.

Frecuencia

Existen distintos métodos para producir sonido de una frecuencia deseada. Por ejemplo, un sonido de 440 Hz puede crearse alimentando un altavoz con un oscilador sintonizado a esa frecuencia. También puede interrumpirse un chorro de aire mediante una rueda dentada con 44 dientes que gire a 10 revoluciones por segundo; este método se emplea en las sirenas. Los sonidos de un altavoz y una sirena de la misma frecuencia tendrán un timbre muy diferente, pero su tono será el mismo, equivalente al la situado sobre el do central en un piano. El siguiente la del piano, la nota situada una octava por encima, tiene una frecuencia de 880 Hz. Las notas situadas una y dos octavas por debajo tienen frecuencias de 220 y 110 Hz respectivamente. Por definición, una octava es el intervalo entre dos notas cuyas frecuencias tienen una relación de uno a dos.

Una ley fundamental de la armonía afirma que dos notas separadas por una octava producen una combinación eufónica cuando suenan simultáneamente. Cuando el intervalo es de una quinta o de una tercera mayor, la combinación es progresivamente menos eufónica. En física, un intervalo de una quinta implica que la relación de las frecuencias de ambas notas es de tres a dos; en una tercera mayor, la relación es de cinco a cuatro. La ley de la armonía afirma que dos o más notas producen un sonido eufónico al sonar de forma simultánea si la relación entre sus frecuencias corresponde a números enteros pequeños; si las frecuencias no presentan dichas relaciones, se produce una disonancia. En un instrumento de tonos fijos, como un piano, no es posible establecer las notas de forma que todas estas relaciones sean exactas, por lo que al afinarlo es necesario un cierto compromiso de acuerdo con el sistema de tonos medios o escala temperada.

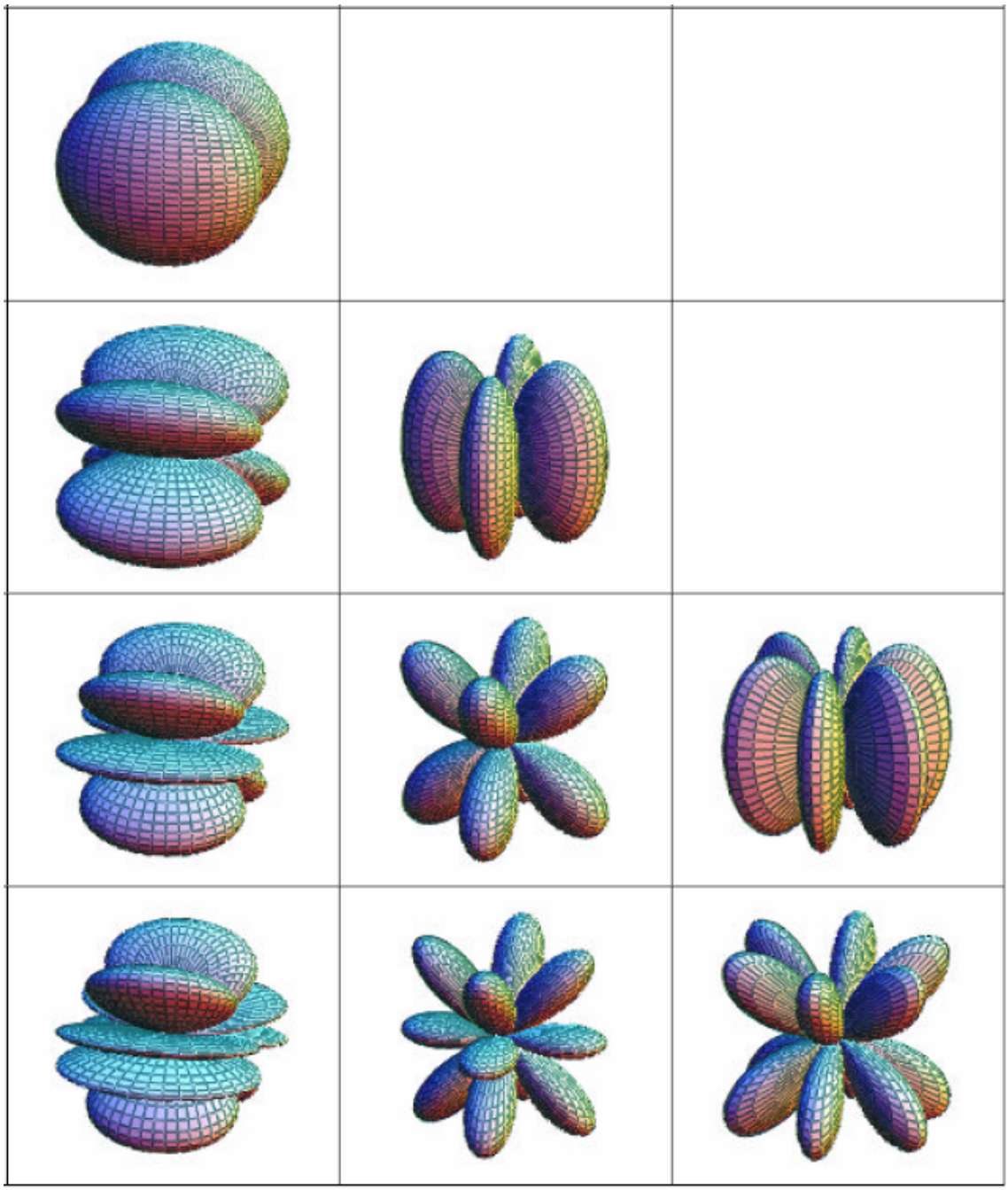
Amplitud

La amplitud de una onda de sonido es el grado de movimiento de las moléculas de aire en la onda, que corresponde a la intensidad del enrarecimiento y compresión que la acompañan. Cuanto mayor es la amplitud de la onda, más intensamente golpean las moléculas el tímpano y más fuerte es el sonido percibido. La amplitud de una onda de sonido puede expresarse en unidades absolutas midiendo la distancia de desplazamiento de las moléculas del aire, o la diferencia de presiones entre la compresión y el enrarecimiento, o la energía transportada. Por ejemplo, la voz normal presenta una potencia de sonido de aproximadamente una cienmilésima de vatio. Sin embargo, todas esas medidas son muy difíciles de realizar, y la intensidad de los sonidos suele expresarse comparándolos con un sonido patrón; en ese caso, la intensidad se expresa en decibelios.

La distancia a la que se puede oír un sonido depende de su intensidad, que es el flujo medio de energía por unidad de área perpendicular a la dirección de propagación.

En el caso de ondas esféricas que se propagan desde una fuente puntual, la intensidad es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, suponiendo que no se produzca ninguna pérdida de energía debido a la viscosidad, la conducción térmica u otros efectos de absorción. Por ejemplo, en un medio perfectamente homogéneo, un sonido será nueve veces más intenso a una distancia de 100 metros que a una distancia de 300 metros. En la propagación real del sonido en la atmósfera, los cambios de propiedades físicas del aire como la temperatura, presión o humedad

producen la amortiguación y dispersión de las ondas sonoras, por lo que generalmente la ley del inverso del cuadrado no se puede aplicar a las medidas directas de la intensidad del sonido.



Representación gráfica de las funciones asociadas de Legendre

Timbre

Si se toca el la situado sobre el do central en un violín, un piano y un diapasón, con la misma intensidad en los tres casos, los sonidos son idénticos en frecuencia y amplitud, pero muy diferentes en timbre. De las tres fuentes, el diapasón es el que produce el tono más sencillo, que en este caso está formado casi exclusivamente por vibraciones con frecuencias de 440 Hz. Debido a las propiedades acústicas del oído y

las propiedades de resonancia de su membrana vibrante, es dudoso que un tono puro llegue al mecanismo interno del oído sin sufrir cambios. La componente principal de la nota producida por el piano o el violín también tiene una frecuencia de 440 Hz. Sin embargo, esas notas también contienen componentes con frecuencias que son múltiplos exactos de 440 Hz, los llamados tonos secundarios, como 880, 1.320 o 1.760 Hz. Las intensidades concretas de esas otras componentes, los llamados armónicos, determinan el timbre de la nota.

Velocidad del sonido

La frecuencia de una onda de sonido es una medida del número de vibraciones por segundo de un punto determinado. La distancia entre dos compresiones o dos enrarecimientos sucesivos de la onda se denomina longitud de onda. El producto de la longitud de onda y la frecuencia es igual a la velocidad de propagación de la onda, que es la misma para sonidos de cualquier frecuencia (cuando el sonido se propaga por el mismo medio a la misma temperatura). Por ejemplo, la longitud de onda del la situado sobre el do central es de unos 78,2 cm., y la del la situado por debajo del do central es de unos 156,4 centímetros.

La velocidad de propagación del sonido en aire seco a una temperatura de 0 °C es de 331,6 m/s. Al aumentar la temperatura aumenta la velocidad del sonido; por ejemplo, a 20 °C, la velocidad es de 344 m/s. Los cambios de presión a densidad constante no tienen prácticamente ningún efecto sobre la velocidad del sonido. En muchos otros gases, la velocidad sólo depende de su densidad. Si las moléculas son pesadas, se mueven con más dificultad, y el sonido avanza más despacio por el medio.

Por ejemplo, el sonido avanza ligeramente más deprisa en aire húmedo que en aire seco, porque el primero contiene un número mayor de moléculas más ligeras. En la mayoría de los gases, la velocidad del sonido también depende de otro factor, el calor específico, que afecta a la propagación de las ondas de sonido.

Generalmente, el sonido se mueve a mayor velocidad en líquidos y sólidos que en gases. Tanto en los líquidos como en los sólidos, la densidad tiene el mismo efecto que en los gases; la velocidad del sonido varía de forma inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la densidad. La velocidad también varía de forma proporcional a la raíz cuadrada de la elasticidad. Por ejemplo, la velocidad del sonido en agua es de unos 1.500 m/s a temperaturas ordinarias, pero aumenta mucho cuando sube la temperatura. La velocidad del sonido en el cobre es de unos 3.500 m/s a temperaturas normales y decrece a medida que aumenta la temperatura (debido a la disminución de la elasticidad). En el acero, más elástico, el sonido se desplaza a unos 5.000 m/s; su propagación es muy eficiente.

Refracción, reflexión e interferencias

El sonido avanza en línea recta cuando se desplaza en un medio de densidad uniforme. Sin embargo, igual que la luz, el sonido está sometido a la refracción, es decir, la desviación de las ondas de sonido de su trayectoria original. En las regiones polares, por ejemplo, donde el aire situado cerca del suelo es más frío que el de las capas más altas, una onda de sonido ascendente que entra en la región más caliente, donde el sonido avanza a más velocidad, se desvía hacia abajo por la refracción. La

excelente recepción del sonido a favor del viento y la mala recepción en contra del viento también se deben a la refracción. La velocidad del aire suele ser mayor en las alturas que cerca del suelo; una onda de sonido ascendente que avanza a favor del viento se desvía hacia el suelo, mientras que una onda similar que se mueve en contra del viento se desvía hacia arriba, por encima de la persona que escucha.

El sonido también se ve afectado por la reflexión, y cumple la ley fundamental de que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión. Un eco es el resultado de la reflexión del sonido. El sonar se basa en la reflexión de los sonidos propagados en agua. Una bocina es un tubo cónico que forma un haz de ondas de sonido reflejando algunos de los rayos divergentes en los lados del tubo. Un tubo similar puede recoger ondas de sonido si se dirige el extremo ancho hacia la fuente de sonido.

El sonido también experimenta difracción e interferencia. Si el sonido de una única fuente llega a un oyente por dos trayectorias diferentes —por ejemplo, una directa y otra reflejada—, los dos sonidos pueden reforzarse; sin embargo, si no están en fase pueden interferir de forma que el sonido resultante sea menos intenso que el sonido directo sin reflexión. Las trayectorias de interferencia son distintas para sonidos de diferentes frecuencias, con lo que la interferencia produce distorsión en sonidos complejos. Dos sonidos de distintas frecuencias pueden combinarse para producir un tercer sonido cuya frecuencia es igual a la suma o diferencia de las dos frecuencias originales.

Sensaciones de tono

Si se practica una audiometría a una persona joven normal, se comprueba que su oído es sensible a todos los sonidos entre 15-20 hercios y 15.000-20.000 hercios. El oído de las personas mayores es menos agudo, sobre todo en las frecuencias más elevadas. El oído es especialmente sensible en la gama que va desde el la situado por encima del do central hasta el la que está cuatro octavas por encima; en esa zona, una persona puede percibir un sonido cientos de veces más débil que una octava por encima o dos octavas por debajo. El grado en que un oído sensible puede distinguir entre dos notas puras que difieran ligeramente en intensidad o frecuencia varía en los diferentes rangos de intensidad y frecuencia de los tonos. En sonidos de intensidad moderada situados en el rango de frecuencia para el que el oído es más sensible (entre 1.000 y 2.000 Hz aproximadamente), es posible distinguir una diferencia de intensidad de un 20% (1 decibelio, o dB) y una diferencia en frecuencia de un 0,33% (alrededor de una vigésima de nota). En este mismo rango, la diferencia entre el sonido más tenue que puede oírse y el sonido más fuerte que puede distinguirse como tal sonido (los sonidos más fuertes se `sienten', o perciben, como estímulos dolorosos) es de unos 120 decibelios: una diferencia de intensidad de aproximadamente un billón de veces.

Todas estas pruebas de sensibilidad se refieren a tonos puros, como los producidos por un oscilador electrónico. Incluso para esos tonos puros, el oído es imperfecto. Dos notas con frecuencia idénticas pero una gran diferencia de intensidad pueden aparentar una ligera diferencia de tono. Más importante resulta la diferencia en las intensidades relativas aparentes en las distintas frecuencias. A intensidades altas, el oído es aproximadamente igual de sensible a la mayoría de las frecuencias, pero a bajas intensidades el oído es mucho más sensible a las frecuencias medias que a las extremas.

Por tanto, un equipo de reproducción de sonido que funciona perfectamente parecerá no reproducir las notas más graves y agudas si se reduce mucho la intensidad.

Tres tipos de sonido importantes

En la voz, la música y el ruido, es raro escuchar un tono puro. Una nota musical contiene, además de la frecuencia fundamental, tonos más agudos que son armónicos de la misma. La voz contiene una mezcla compleja de sonidos, de los que algunos (pero no todos) guardan una relación armónica entre sí. El ruido está formado por una mezcla de muchas frecuencias diferentes dentro de un determinado rango; por tanto, puede compararse con la luz blanca, que se compone de una mezcla de luces de los distintos colores. Los distintos ruidos se distinguen por sus diferentes distribuciones de energía en los distintos rangos de frecuencias.

Cuando se transmite al oído un tono musical que contiene determinados armónicos del tono fundamental, pero carece de otros armónicos o del propio tono fundamental, el oído forma diferentes `batidos' o pulsaciones cuya frecuencia es la suma o la diferencia de los sonidos originales, con lo que producen los armónicos que faltan o el tono fundamental que no figura en el sonido original. Estas notas también son armónicos de la nota fundamental original.

Esta respuesta incorrecta del oído puede resultar útil. Por ejemplo, un equipo reproductor de sonido sin un altavoz grande no puede producir sonidos de tono más grave que el do situado dos octavas por debajo del do central; sin embargo, el oído de una persona que escuche ese equipo puede proporcionar la nota fundamental a partir de las frecuencias de batido de sus armónicos. Otra imperfección del oído ante los sonidos ordinarios es la incapacidad de oír notas de alta frecuencia cuando existen sonidos de baja frecuencia de intensidad considerable. Este fenómeno se denomina enmascaramiento.

En general, para que se entienda el habla y se comprenda satisfactoriamente un tema musical basta reproducir las frecuencias entre 250 y 3.000 Hz (el rango de frecuencias de un teléfono normal), aunque algunos sonidos —como la *zeta*— requieren frecuencias de hasta 6.000 Hz. Sin embargo, para que el efecto sea natural hay que reproducir el rango que va aproximadamente de 100 a 10.000 Hz. Los sonidos generados por unos pocos instrumentos musicales sólo pueden reproducirse con naturalidad con frecuencias algo más bajas, y algunos ruidos necesitan frecuencias más altas.

Efecto Doppler

La frecuencia de una onda, que es ordinariamente igual a la de fuente, se puede cambiar al moverse de fuente, el observador, o ambos. Cuando el observador se dirige hacia la fuente sonora, entran a su oído más ondas por segundo, y la frecuencia se eleva.

Cuando se mueve alejándose de la fuente, le llegan menos ondas por segundo, y la frecuencia disminuye. Este fenómeno se denomina *efecto Doppler* y es válido para todas las ondas, pero nosotros nos ocuparemos de tal en el sonido.

Cuando una persona viaja en automóvil y pasa a otro, cuya bocina está sonando, se puede notar una reducción pronunciada en la frecuencia del sonido. Antes de pasar otro auto, la frecuencia era superior a la normal. Después, se hizo inferior a la normal, de ahí proviene la reducción repentina de la frecuencia en el instante de pasar.

1.2 Ondas estacionarias

Las ondas estacionarias son aquellas ondas en las cuales, ciertos puntos de la onda llamados nodos, permanecen inmóviles. En este tipo de ondas, las posiciones donde la amplitud es máxima se conocen como antinodos, los cuales se forman en los puntos medios entre dos nodos.

Las ondas estacionarias son producto de la interferencia. Cuando dos ondas de igual amplitud, longitud de onda y velocidad avanzan en sentido opuesto a través de un medio se forman ondas estacionarias. Por ejemplo, si se ata a una pared el extremo de una cuerda y se agita el otro extremo hacia arriba y hacia abajo, las ondas se reflejan en la pared y vuelven en sentido inverso. Si suponemos que la reflexión es perfectamente eficiente, la onda reflejada estará media longitud de onda retrasada con respecto a la onda inicial. Se producirá interferencia entre ambas ondas y el desplazamiento resultante en cualquier punto y momento será la suma de los desplazamientos correspondientes a la onda incidente y la onda reflejada. En los puntos en los que una cresta de la onda incidente coincide con un valle de la reflejada, no existe movimiento; estos puntos se denominan nodos. A mitad de camino entre dos nodos, las dos ondas están en fase, es decir, las crestas coinciden con crestas y los valles con valles; en esos puntos, la amplitud de la onda resultante es dos veces mayor que la de la onda incidente; por tanto, la cuerda queda dividida por los nodos en secciones de una longitud de onda.

Entre los nodos (que no avanzan a través de la cuerda), la cuerda vibra transversalmente.

Se forman ondas estacionarias en las cuerdas de instrumentos musicales que se puntean, se golpean o se tocan con un arco, así como en el aire de un tubo de órgano y en el de una botella de gaseosa cuando soplamos sobre su boca. Se pueden crear ondas estacionarias tanto en las ondas transversales como en las longitudinales.

1.3 Amplificación natural

El primer factor a tener en cuenta es la reverberación, es decir la persistencia del sonido dentro de un ambiente interior aun después de interrumpida la fuente.

Se produce a causa de las sucesivas reflexiones o ecos del sonido, ya que en cada reflexión se pierde una cantidad muy pequeña de energía sonora. El efecto de la reverberación es doble. Por empezar, produce un refuerzo del nivel sonoro, lo cual hasta cierto punto es conveniente, ya que produce una especie de amplificación natural del sonido que facilita a un orador dirigirse con emisiones moderadas de voz a una audiencia numerosa (imagínese lo que sucedería al aire libre). Sin embargo, una persistencia del sonido durante un tiempo prolongado, es decir un elevado tiempo de reverberación, trae aparejada una disminución de la inteligibilidad de la palabra. En efecto, la inteligibilidad depende muy fundamentalmente de la correcta transmisión de las consonantes, que son más cortas y más débiles que las vocales. Una reverberación excesiva prolonga las vocales superponiéndolas a las consonantes que les suceden, y por

consiguiente las enmascara. El resultado es un murmullo difícil de entender. La excesiva reverberación se puede corregir mediante el uso de apropiados materiales absorbentes.

1.4 Resonancia

Otro efecto acústico son las resonancias. Debido a las reflexiones en superficies opuestas, existen ciertos tonos para los cuales la reverberación se vuelve muy notable, lo cual produce un efecto desconcentrador. Esto se suele producir en salas pequeñas o con techo bajo, y muy particularmente con las voces masculinas, ya que el efecto es más notable con los tonos graves.

Consideremos un tubo con una boca abierta y la otra cerrada cuya longitud podemos aumentar y disminuir. Si por la boca abierta entra una onda sonora, de frecuencia determinada, podemos observar que el volumen del sonido aumenta y disminuye a medida que variamos la longitud del tubo.

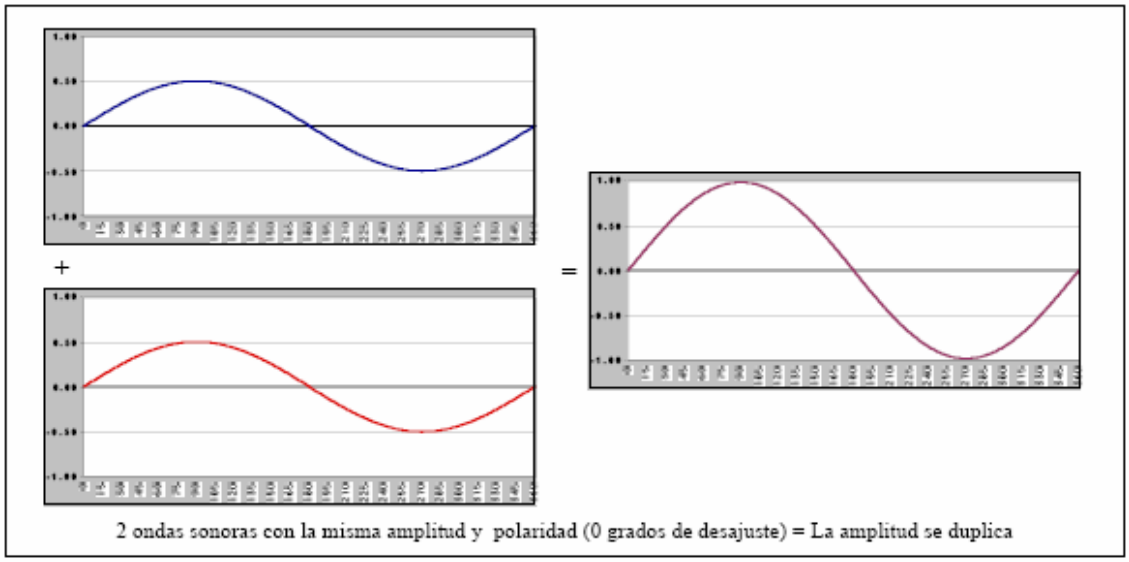
El motivo es el siguiente: La onda sonora que entra en el tubo se refleja en la pared y cuando la onda que entra y la reflejada están en fase el sonido se refuerza, se logra producir una onda estacionaria en el interior del tubo, esto solo ocurre cuando la longitud del tubo es un múltiplo impar de $\lambda/4$. En esos casos se dice que el foco emisor del sonido y la columna de aire del interior del tubo están en resonancia.

Recuerda que en las ondas estacionarias la separación entre dos nodos o dos vientres es la mitad de la longitud de onda.

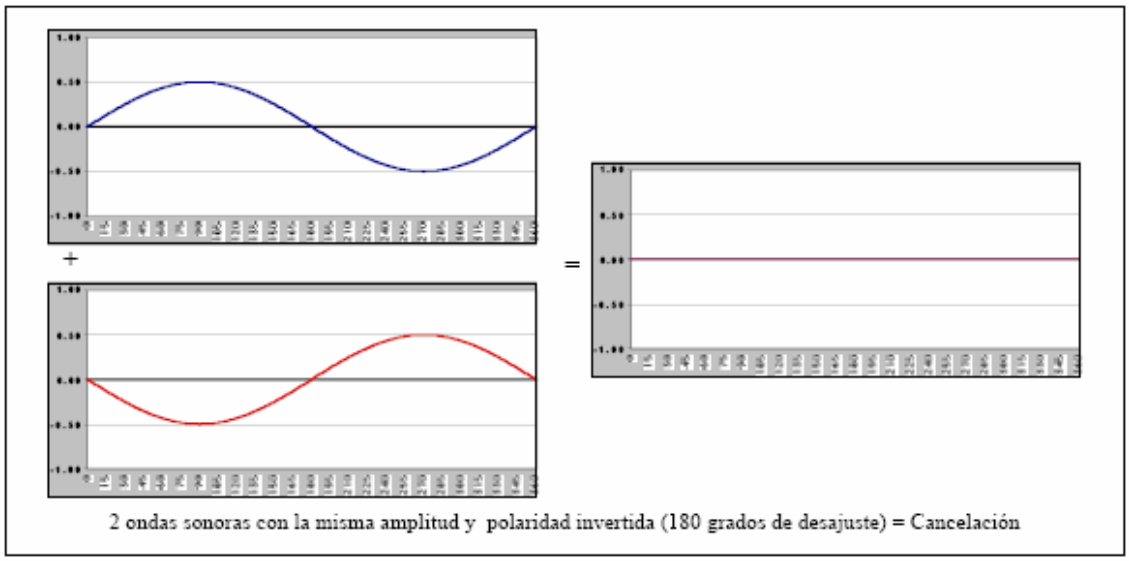
Otro ejemplo que se pone de manifiesto el fenómeno de resonancia es el siguiente. Utilizando dos diapasones idénticos, y próximos el uno al otro se observa que al hacer vibrar uno de ellos el otro comienza a vibrar eso se debe a que al ser idénticos vibran con la misma frecuencia y por tanto están en resonancia.

Los instrumentos de viento, por ejemplo las trompetas no suenan de cualquier forma, para que al soplar emitan una nota se tiene que cumplir que la vibración de los labios tengan una frecuencia capaz de producir resonancia con el aire que hay en el interior del tubo.

1.5 Fases, desfases y contrafases



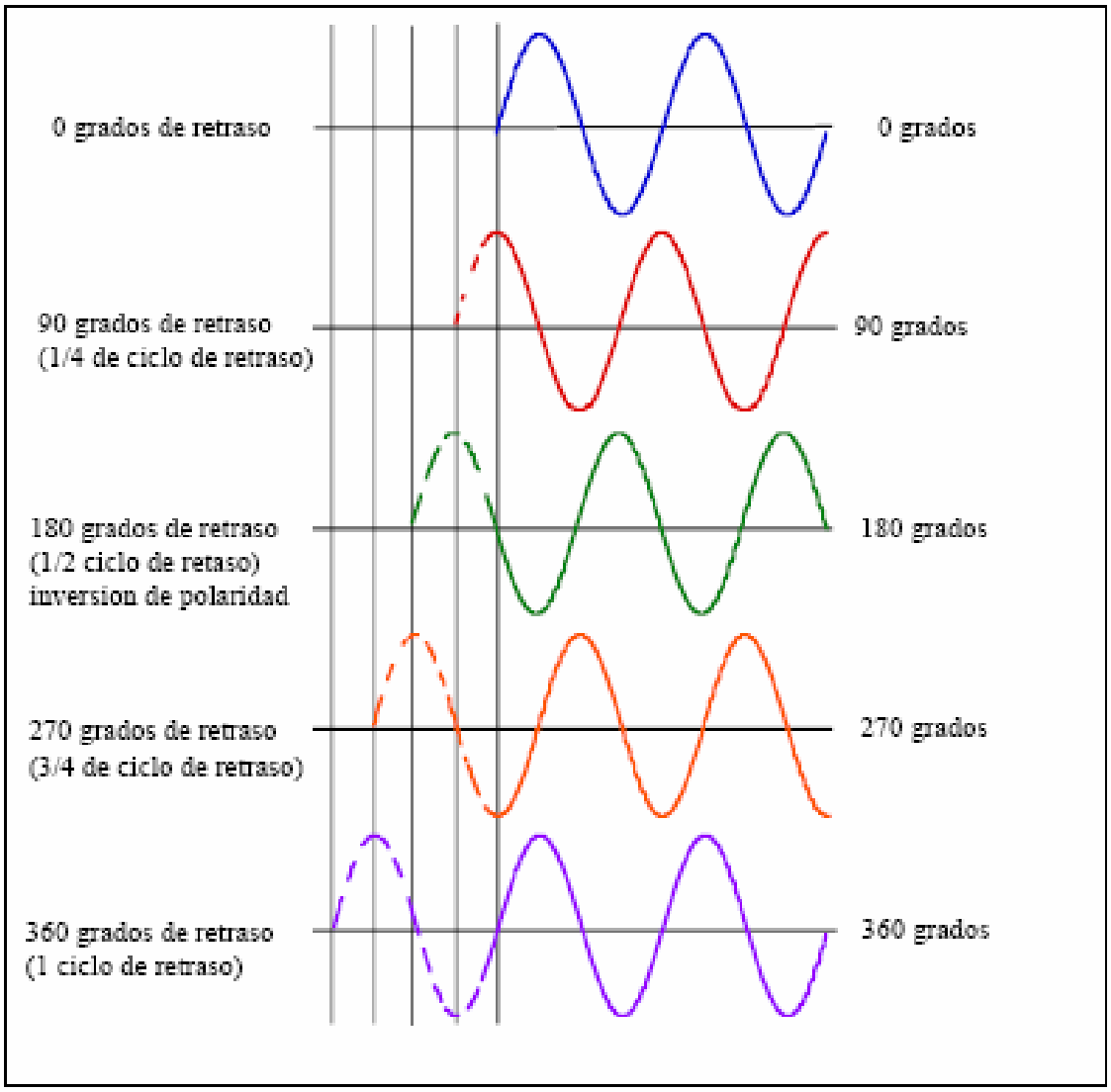
2 ondas sonoras con la misma amplitud y polaridad (0 grados de desajuste) = La amplitud se duplica



2 ondas sonoras con la misma amplitud y polaridad invertida (180 grados de desajuste) = Cancelación

Es por lo tanto extremadamente importante VERIFICAR que NO existan problemas de polaridades invertidas en la interconexión de ningún componente.

Los desajustes de fase no necesariamente son de 180º. De hecho un solo ciclo de una onda sonora tiene 360º, y la figura que se muestra a continuación, muestra variaciones de fase de un ciclo de una onda sonora (90º, 180º, 270º y 360º).



La tabla que figura a continuación, muestra la longitud de onda de 31 frecuencias separadas 1/3 de octava (ISO), a 15º centígrados y al nivel del mar.

Un hecho interesante es que los altavoces no logran reproducir todas las frecuencias al mismo tiempo. En general, las frecuencias agudas son las mas adelantadas y las graves las mas retrasadas.

El oido humano es sensible a desajustes de tiempo (aunque sean muy pequeños), de tal forma que si escuchamos dos equipos de sonido con respuesta de frecuencia similar, no necesariamente sonarán igual. Los desajustes de tiempo entre frecuencias entre sistemas de sonido son parcialmente responsables de que no se perciban igual. Una especificación comúnmente desconocida pero muy importante es la ***Respuesta de Fase***.

FRECUENCIA en Hz	LONGITUD DE ONDA en metros
20000	0.017
16000	0.021
12500	0.027
10000	0.034
8000	0.043
6300	0.054
5000	0.068
4000	0.085
3150	0.108
2500	0.136
2000	0.170
1600	0.213
1250	0.272
1000	0.340
800	0.425
630	0.540
500	0.680
400	0.850
315	1.079
250	1.360
200	1.700
160	2.125
125	2.720
100	3.400
80	4.250
63	5.397
50	6.800
40	8.500
31.5	10.794
25	13.600
20	17.000

TEMA 2

SISTEMAS DE CONEXIONADO. DIFERENTES SUPUESTOS DE MONTAJE.

Para el buen funcionamiento de cualquier equipo de sonorización, es fundamental el diseño correcto del equipamiento técnico a usar, siendo primordial la eliminación de procesos no necesarios para la operatividad del equipo.

CASO 1º.
SONORIZACION DE UN MICRO PARA VOZ

Equipo necesario:
1 micrófono especifico para voz.
1 Pinza de micrófono para el modelo especificado.
1 Pie de micro.
1 Mesa de mezclas con alimentación phantom.
1 Etapa de potencia mono.
2 Altavoces.
2 Cables de micro balanceados.
2 Cables de carga para altavoces.

FLUJO DE SEÑAL A

Observaciones:

FLUJO DE SEÑAL B

Equipo necesario:
El mismo listado que en el ejemplo anterior, salvo la necesidad de que la mesa de mezclas posea alimentación phantom.

Observaciones:

CASO 2º.
SONORIZACION DE VARIOS MICROS PARA VOZ Y DIVERSAS FUENTES SONORAS. GRABACIÓN DEL RESULTADO EN CD .

Equipo necesario:
2 micrófonos especifico para voz.
2 Pinzas de micrófono para el modelo especificado.
2 Pies de micro.
1 Reproductor de video-dvd.
1 Ordenador con tarjeta de sonido.
1 Mesa de mezclas.
1 Etapa de potencia.
2 Cables de carga para altavoces.
2 Altavoces.
10 Cables de micro balanceado.
4 D.I.BOX
1 Grabador de CD.

Observaciones:

CASO 3º.
SONORIZACION DE UNA FORMACION ANTERIOR CON UN SISTEMA MULTIVIA.

Equipo necesario:
2 micrófonos especifico para voz.
2 Pinzas de micrófono para el modelo especificado.
2 Pies de micro.
1 Reproductor de video-dvd.
1 Ordenador con tarjeta de sonido.
1 Mesa de mezclas.
1 Crossover
2 Etapas de potencia.
4 Cables de carga para altavoces.
4 Altavoces.
14 Cables de micro balanceado.
4 D.I.BOX
1 Grabador de CD.

Observaciones:

CASO 4º.
SONORIZACION DE UNA FORMACION MUSICAL SENCILLA.

Equipo necesario:
La microfonía se especificará mas adelante.
1 Mesa de mezclas.
1 Crossover
2 Etapas de potencia para P.A..
3 Etapas de potencia para monitores.
7 Cables de carga para altavoces.
4 Altavoces para P.A.
3 Monitores.
17 Cables de micro balanceado.

Observaciones:

MICROFONIA

Observaciones:

CASO 5º.
SONORIZACION DE UNA FORMACION MUSICAL SENCILLA CON MESA DE MONITORES.

Equipo necesario:
La microfonía se especificará mas adelante.
1 Mesa de mezclas para P.A.
1 Mesa de mezclas para Monitores
1 Crossover
5 Ecualizadores
2 Etapas de potencia para P.A..
3 Etapas de potencia para monitores.
7 Cables de carga para altavoces.
4 Altavoces para P.A.
3 Monitores.
38 Cables de micro balanceado.
1 Cajetin de escenario pasivo

Observaciones:

TEMA 3

INFRAESTRUCTURAS: Splitter pasivos y activos, cajetines de escenario, pulpos de distribución, multiconectores.

La distribución de señal, así como la interconexión entre dispositivos, es unas de las mayores causas que originan ruidos y perturbaciones en los sistemas de reproducción y amplificación de sonido.

Para minimizar este problema, se usan conectores con calidad profesional, tanto a nivel individual, como a nivel de multiconectores.

De igual forma sucede con la utilización del cableado. Si este no es de calidad, con sus correspondientes aislamientos, la aparición de ruidos e interferencias se hace inevitable.

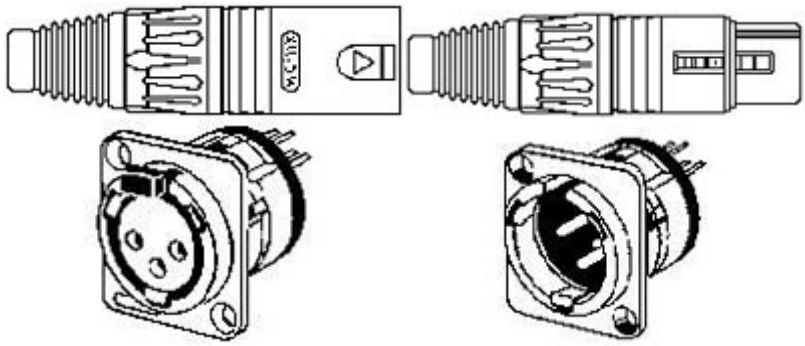
Una buena encadenación en el flujo de señal, es el primer paso a la hora de poder realizar un correcto control sobre la fuente sonora.

A continuación vamos a hacer un breve recorrido por distintos tipos de conectores, multiconectores, cables y mangueras.

LISTADO DE CONECTORES DE SEÑAL

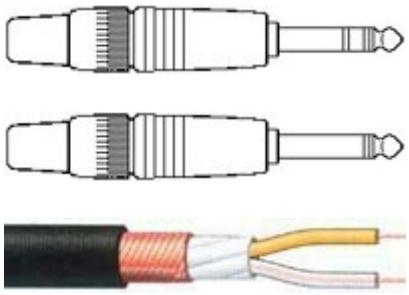
XLR-3: Es el conector de uso mas frecuente a nivel profesional. Se usa para la transmisión de señal balanceada, tanto a nivel de baja como de alta impedancia.

Su correcto uso va unido al uso de un buen cable, recomendable que este tenga aislamiento por conductor, malla de apantallamiento general, y que los conductores estén libres de oxigeno. Se usa cable simétrico.



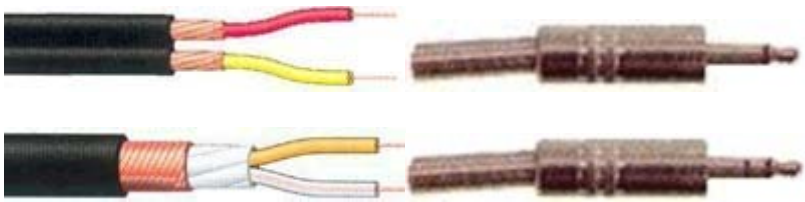
JACK ¼”: Es un conector de uso frecuente a nivel profesional. Se usa para la transmisión de señal balanceada y desbalanceada, tanto a nivel de baja como de alta impedancia.

Su correcto uso va unido al uso de un buen cable, recomendable que este tenga aislamiento por conductor, malla de apantallamiento general, y que los conductores estén libres de oxigeno. Se usa cable simétrico.



MINIJACK 3.5 mm: ¼”: Es un conector de uso menos frecuente que el jack de ¼”. Tiene un uso similar al anterior, pero básicamente para obtener señal de fuentes sonoras tales como MD, ordenadores, walkman, etc. Puede transmitir señal balanceada y desbalanceada, tanto a nivel de baja como de alta impedancia.

Su correcto uso va unido al uso de un buen cable, recomendable que este tenga aislamiento por conductor, malla de apantallamiento general, y que los conductores estén libres de oxigeno. Se usa cable simétrico o asimétrico paralelo, dependiendo de la conversión de tipo de conector que necesite.



RCA: Es un conector de uso poco frecuente a nivel profesional. Se usa para la transmisión de señal desbalanceada. Principalmente nos encontramos este conector como salida de fuentes de audio provenientes de dispositivos audiovisuales, tal como vídeo-reproductores, dvd´s, o señal de receptores de satélite. Para su uso profesional, la señal es inyectada a un a D.I.Box,

En este caso se usan cables asimétricos paralelos. De su calidad también dependerá la calidad final de la señal.

La longitud de este tipo de cable, estará comprendida entre 50 cm. y 2 metros, y no debe de encontrarse tirante.

LISTADO DE CONECTORES DE CARGA

SPEAKON: Actualmente es el conector que mas se usa en sonido profesional para la alimentación de altavoces.

Posee algunas características que le hacen optimo para el desempeño del trabajo para el cual esta diseñado.

La primera de ellas es la no accesibilidad desde el exterior, y accidentalmente a los contactos del conector.

La segunda, es que dispone de un sistema de anclaje de seguridad, que lo hace ideal para el montaje y desmontaje rápido, sin ello perder la fiabilidad.

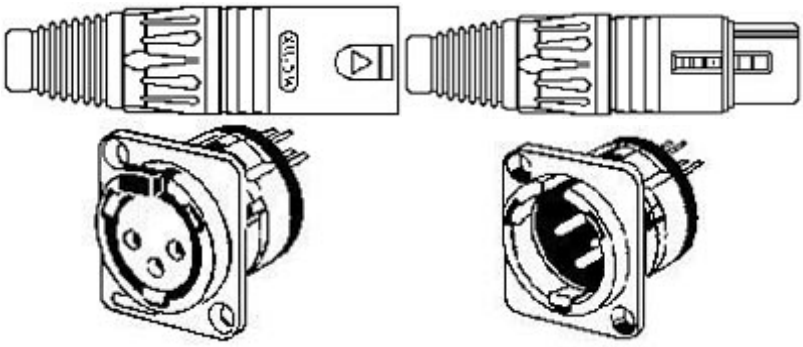
Y tercero, que bajo un mismo formato, encontramos conectores de distinto número de contactos.

Podemos encontrar conectores de 2, 4 y 8 contactos, lo cual nos permite poder usarlos para sistemas mono-amplificados, bi-amplificados, tri-amplificados o incluso tetra-amplificados.

Usaremos cable asimétrico, paralelo, de 1,5 mm^2 o 2,5 mm^2, para los conectores de 2 contactos, y mangueras con distinto número de conductores, dependiendo de las vías a usar, pero de la misma sección especificada anteriormente.

XLR-3: Conector en desuso para la alimentación de altavoces.

Por el número de contactos existentes, solo es viable para la alimentación de sistemas mono-amplificados.



Usaremos cable asimétrico, paralelo, de 1,5 mm^2 o 2,5 mm^2.

Los puntos de soldadura internos del conector, tienen una sección de 1,5 mm^2, lo cual hace que este conector este limitado a su uso con altavoces de menor potencia, de ahí que se extendiese su utilización en altavoces para sistemas de monitorización, y no tanto para los sistemas de P.A.

JACK ¼”: Conector en desuso para la alimentación de altavoces.

Por el número de contactos existentes, solo es viable para la alimentación de sistemas mono-amplificados.

Con respecto a la intensidad que pueden conducir, esta es menor aun que la que soporta el conector xlr-3, por ello, su uso también esta limitado a sistemas de menor potencia.

Se usa normalmente cable asimétrico, paralelo de 1 mm^2 o 1,5 mm^2.

CONECTOR AP: Este es el conector, junto con el speakon, que mas se usa para la alimentación de sistemas multivías.

El elevado número de contactos, así como su tamaño, mayor que el speakon, hace que sea mas fácil su manipulación interna, incluso usando conductores de mayor sección.

Su uso mas extendido es el de la amplificación de sistemas de P.A.

Dependiendo del número de contactos, se usan mangueras con distinto número de conductores, y cuya sección puede ir desde 1 mm^2 hasta 4 mm^2, lo cual lo hace ideal para sistemas de gran potencia.

MULTICONECTORES

El uso de multiconectores se hizo habitual conforme el número de canales a conectar en los sistemas de sonido iba avanzando.

Los multiconectores, en origen, nacen como la mayoría de los avances tecnológicos a partir de procesos de investigación y desarrollo del campo militar.

Se implanta su utilización en el campo de las telecomunicaciones, y es de ahí desde donde salta al campo al sonido profesional. A continuación vamos a hacer una pequeña descripción de los distintos tipos usados a lo largo del tiempo y principalmente en la actualidad.

LISTADO DE MULTICONECTORES DE SEÑAL

SAP.: Es el primer multiconector que se extendió en el campo del sonido proveniente directamente del sector militar. Su uso se vio dificultado por su elevado precio, así como por la aparición de imitaciones a precios más asequibles.
Su armazón e interiores metálicos, así como su estanqueidad, lo hacían ideal para aplicaciones de telecomunicaciones militares, pero no tanto para su uso en el campo civil.
Su aspecto, es el mismo que el presentado por los conectores LK.

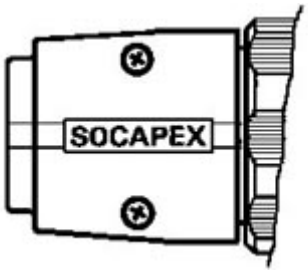
LK.: Es el conector mas extendido actualmente en el mercado del sonido profesional, principalmente en la conexión desde el cajetín de escenario hasta los controles de P.A. y monitores.

El hecho de que pueda contener un elevado número de contactos, hasta 200, lo hace ideal para la comunicación de un gran número de canales de audio.

SOCAPEX.: Este conector se usa al igual que el LK, para la distribución de señal entre el cajetín y los controles, pero con un número inferior de canales, (hasta 61 contactos). Para su uso en grandes infraestructuras, se utiliza colocando varios conectores simultáneamente para poder así aumentar el número de canales a usar. Esto obliga al uso de varias mangueras de señal.

Lo que en principio podría ser un handicap, se convierte en una de sus características más ventajosas, que al limitar el número de pares, también limita el tamaño de las mangueras, y su peso. Se hace ideal para su utilización en escenario, para interconectar controles y racks de procesado y amplificación.

Existen versiones de este conector para el mundo de la iluminación. La diferencia radica en un número menor de contactos y una mayor sección de estos. El mas utilizado es el modelo de 19 contactos para la iluminación y el de 61 contactos para el sonido.



HARTING.: Actualmente es el que mayor crecimiento está teniendo dentro de los profesionales del audio. Su extensa variedad de contactos, que a su vez, dentro de un mismo chasis, puedes variar, así como la disposición de los pines, lo hace de uso y diseño casi exclusivo dentro de las empresas de alquiler y venta de sonido profesional.

Esta característica, junto con su fácil sistema de apertura y cierre, por simple presión, en contra de otros como el enroscable o el sistema de bayoneta, hace que sea el más extendido en este momento.

Existen chasis hasta 108 contactos, siendo el más extendido el de 72, para la distribución de 24 canales de audio.

EDAC-ELCO:

Multiconector para la interconexión de señales de audio en sistemas multicanal, tal como multipistas, mesas, DOLBY, ADAT, etc. El cuerpo es de policarbonato y la cubierta aérea es metálica, con prensaestopas y tapa de registro, la salida del cable puede ser lateral o superior (intercambiable). Tanto las bases de chasis como los conectores aéreos pueden ser macho o hembra. Siempre hay que pedir los pines aparte (son los mismos para el macho que para la hembra), y en el caso de conectores aéreos debe pedirse la cubierta.

Su ámbito de funcionamiento está casi suscrito al mundo de los estudios de grabación, aunque en ocasiones también se asoma al del sonido directo.

Se usa fundamentalmente el de 48 contactos, aunque existen hasta de 120.

SUB-D: Al igual que el anterior, este se usa básicamente en estudios de grabación y de radio, es mas un conector de comunicación que de audio propiamente dicho, aunque la proliferación de dispositivos de reproducción digital lo acercan cada vez mas al campo del sonido directo.

El mas usado es el de 25 contactos, aunque hay mayores. (dos filas hasta de 37).

INFRAESTRUCTURAS

Una vez vistos los conectores y multiconectores mas usados en el campo del sonido profesional, y enfocado principalmente al del sonido en directo, vamos a ver como se configuran los sistemas de distribución de señal de audio, sobre todo teniendo en cuenta que cada vez son más los posibles receptores y/o manipuladores de una señal de sonido. Para ello configuraremos varios sistemas independientes de distribución de señal, unos pasivos y otros activos.

SISTEMA DE DISTRIBUCION DE SEÑAL

Dejando al margen todo el cableado necesario para transportar la señal desde la fuente sonora, hasta el cajetín de escenario, nos centraremos en la salida desde esta hasta los posibles receptores de la misma.

CAJETÍN DE ESCENARIO

Es el receptor principal de todas las fuentes generadoras de sonido que queremos conectar al sistema principal de amplificación, grabación o transmisión.

1.- CAJETIN CON UNA SALIDA

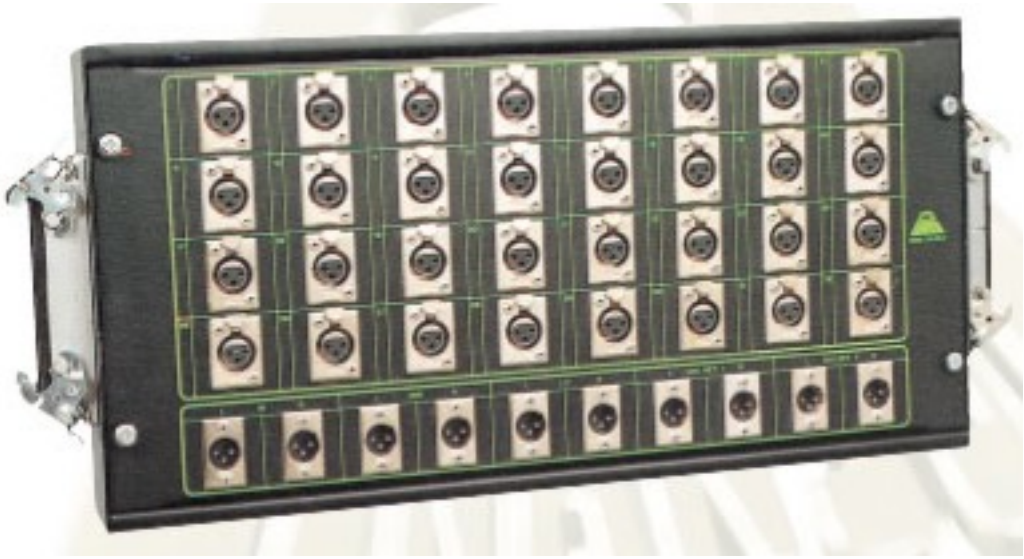
CAJA CONFIGURADA: PANEL 24-8 4U. 1 MULTICONECTOR

Se usa para sistemas en los cuales solo se necesita un control, y que está equipado con 24 entradas y 8 salidas o canales de retorno. Todo este cajetín, tanto las entradas como las salidas se conectan con el control mediante un solo multiconector y una manguera.

En el otro extremo de la manguera, nos encontraremos con otro multiconector que se convierte en entradas y salidas individuales, o directamente, al final de la

manguera nos encontraremos con los conectores necesarios, sacados directamente de los pares de la manguera.

2.- CAJETIN CON DOS SALIDAS



Este es el tipo de cajetín de escenario mas usado en los montajes de tamaño pequeño y mediano, tanto en número de canales, como en el tratamiento de la señal.

En este caso, podemos ver en la foto superior, un modelo con 32 canales de entrada y 10 de salida, así como dos multiconectores de salida de señal.

Normalmente, las señales son divididas mediante un transformador, lo cual posibilita la duplicación de las mismas, así como la independencia entre ambas.

Para completar la distribución de señal tendríamos que completar la conexión entre el cajetín y los dos puntos de recepción de las fuentes sonoras, como por ejemplo, el control de P.A. y el de monitores.

Existe una diferencia fundamental entre la conexión desde el cajetín al control de monitores y el de P.A., y es que desde este ultimo, tenemos que retornar señales hasta el escenario, a través del cajetín, para poder enviar las señales de programa hasta el sistema de amplificación. Es por este motivo, que las mangueras de transporte de señal desde el cajetín hasta el control de P.A., son de más capacidad de canales que las usadas para monitores.

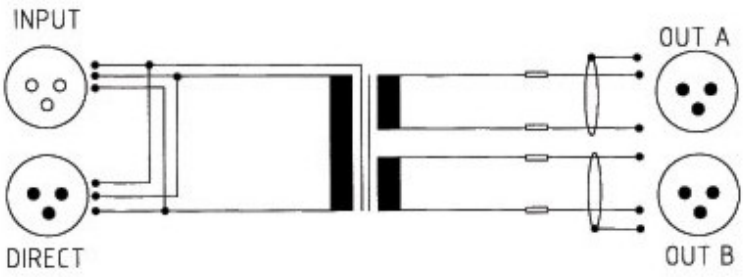
Para completar el sistema de distribución de señal, debemos de añadir las mangueras de conexionado, con lo que el sistema completo podría quedar como sigue:

3.- CAJETIN CON MAS DE DOS SALIDAS

Son los usados para grandes eventos, o para eventos que necesiten además de un control de P.A. y otro de monitores, de un tercero independiente de los dos anteriores, como puede ser para una grabación o una retransmisión.

En este caso, se hace ya recomendable, aunque también lo es en los anteriores, el uso de un cajetín de distribución activo, es decir que la separación-duplicación de canales no la haga mediante un transformador, sino mediante un circuito activo, circuito que puede necesitar de una alimentación de corriente externa.

Este es un modelo de Splitter de distribución de señal pasivo, con una entrada y tres salidas, una de ellas directa, y las otras dos aisladas mediante transformador. Ver el esquema siguiente:



En la siguiente fotografía, podemos ver un Splitter activo, tanto frontal como con el panel trasero de conexionado:

Se puede apreciar la necesidad de conexionado a la red eléctrica para poder alimentar toda la circuitería del Splitter.

Los Splitter de calidad profesional, habitualmente también cuentan con otras utilidades además de la propia multiplicación de canales, como pueden ser la alimentación phamton desde el propio cajetín, así como de selectores de atenuación o inversión de fase.

También se puede observar que por el panel trasero se tiene acceso tanto a entradas como a salidas, lo cual nos facilita la mecanización de un cajetin de escenario usando no solo conectores sino también multiconectores de entrada.

En este ejemplo podemos ver un panel trasero de un cajetín de escenario, el cual está completamente cableado para su uso con multiconectores.

En el se puede ver un cajetín con dos entradas de 8 canales mas una de 16 canales, y tres salidas que pueden ser de 24 o 36 canales.

En la parte frontal, normalmente deben de estar las entradas de forma individual, duplicadas mediante otro conector o con un multiconector como es en este caso.

A continuación se muestra un ejemplo de distribución activa de señal para varios usos:

TEMA 4

ECUALIZACIÓN TÉCNICA Y ARTISTICA. IDENTIFICACION DE INSTRUMENTOS.

Estudiar ecualización suele presentarse como una ardua tarea, sin embargo, trataremos de sintetizar algunos conceptos esenciales para facilitar la misma.
A menudo nos encontramos escuchando pequeños fragmentos de instrumentos buscando detalles microscópicos del timbre del mismo, estando éstos fuera de contexto.

Esto hace posible que de primer momento al querer ecualizar todo, estemos ecualizando demasiado. Entonces, como primera medida, hay que tratar de no saturarse ni fatigarse ecualizando, ya que esto tiende a la confusión. Después de experimentar, te darás cuenta de que poca ecualización te llevará por un mejor camino.

La ecualización tradicional encontrada en mezcladores, por lo general, está limitada a grupos de bandas fijas, cada una con aumento y recorte variable de +/- 18db. La idea detrás de la ecualización paramétrica es permitir un mayor rango de posibilidades en cuanto a la administración espectral. Un ecualizador paramétrico no solo tiene corte/aumento variable sobre un rango de +/- 18db, sino que además tiene un selector de frecuencia variable, que permite realizar un barrido de frecuencia que actúa sobre algunas octavas del espectro de audio, y un control que ajusta el ancho de la banda, el cual determina la cantidad de frecuencias vecinas a la principal que se verán afectadas por el proceso.

El beneficio de la ecualización paramétrica es, por supuesto, mayor libertad y flexibilidad para ajustar la curva de respuesta. Esta flexibilidad te ayudará a cubrir tus necesidades con mayor precisión. Por otro lado, tener tantas posibilidades nos exigirá mayor conocimiento y preparación. No es lo mismo tener dos potenciómetros giratorios con graves y agudos que un ecualizador digital con miles de posibilidades.

La mayoría de los atributos de los ecualizadores son bastante intuitivos y bien entendidos por los músicos, productores, e iniciados de la grabación. Cuando subimos una banda de frecuencia, en muchos casos se incrementa el nivel general de la señal significativamente; por el contrario, al cortar una banda de frecuencia, el nivel no cambia demasiado.

Otro problema complejo para los que no conocen la ecualización paramétrica es el control del ancho de banda determinado por el factor (Q) del ecualizador que va desde valores bajos (mayor ancho de banda) a valores altos (ancho de banda angosto).

El factor Q es un número que se obtiene dividiendo la Frecuencia Central elegida, por el ancho de banda. Si por ejemplo tomamos la Frecuencia central de 1000 hz con un ancho de banda de 2 octavas (de 500Hz a 2000 Hz) el factor Q será 1000Hz / 1500Hz (2000Hz menos 500Hz) El resultado será un Q = 0.66.

Esta posibilidad de controlar el ancho de banda es la característica más distintiva de los ecualizadores paramétricos y la más difícil de escuchar y entender en el color final de la mezcla.

Podemos agregar que grandes cambios de amplitud y anchos de banda muy angostos, pueden ser difíciles de escuchar, mientras que pequeños cambios de amplitud, con un gran ancho de banda, serán más fáciles de percibir. Esta situación se asemeja a los ecualizadores convencionales que poseen dicha característica.

FORMAS DE TRABAJO

1- Empezar con un Q muy bajo, ajustado previamente al rango de frecuencia aproximado que tenemos en mente, cortando o aumentando muy sutilmente la ganancia hasta lograr el color deseado, angostando al final el ancho de banda.

2- Comenzamos con un Q alto (ancho de banda muy angosto) y aumentamos los db de la ecualización en forma grosera, por Ej. 15db, y luego realizamos un barrido de frecuencias por la zona donde creemos que está la buscada.

Una vez que la encontremos, comenzamos a ajustar la cantidad del aumento o disminución y al mismo tiempo comenzamos a mover el control de Q hasta que obtenemos el timbre que buscamos.

Usando este método el oído generalmente encuentra la frecuencia buscada ya que se produce una concordancia que es fácil de percibir cuando el barrido pasa por una frecuencia sensible al instrumento en cuestión.

El método 1 es utilizado generalmente para mezclas o submezclas estéreo.
El método 2 para pistas individuales. Me gustaría agregar que no siempre estamos obligados a ecualizar, a veces los sonidos, sobre todo de teclados, buena toma de batería o guitarras, están bien como suenan y solamente hay que hacerles algún retoque o ninguno.

MEZCLANDO

Generalmente las compañías discográficas asignan productores artísticos a sus artistas o son los mismos artistas quienes buscan uno a su gusto.

La tarea del productor artístico es obtener la mejor ejecución del artista, haciendo lo que sea para tener lo máximo de él. Es una cuestión de personalidad, no algo especialmente técnico.

El lado de la producción es asegurarse que tanto el artista como la compañía estén satisfechos con el sonido del disco. Es él quien tiene claro cómo quiere que el ingeniero mezcle el disco del artista que está representando en ese momento. Por Ej. Sting tiene su productor, quien está desde el comienzo hasta el final de la grabación asesorándolo en todo, inclusive hasta en la toma de las voces. Es decir, que el artista deposita su confianza en el productor hasta para escuchar su voz y ver si la toma tuvo o no la suficiente emoción como para dejarla o repetirla, y de ahí hasta la mezcla misma del disco.

Lo primero que tenemos que hacer antes de mezclar es hablar con el productor artístico o los músicos que tienen decisión sobre el producto final, para saber qué tipo

de sonido pretende de su canción. Si no hay ningún responsable, tendremos que hacernos cargo nosotros y aplicar nuestro criterio bueno o malo.

Quiero agregar que las mezclas varían dependiendo del tipo de género que estemos mezclando, por Ej.: rock, pop, jazz, salsa, etc. Encontraremos en el mercado ingenieros que se dedican a uno u otro estilo.

Nosotros, en esta primera etapa no ahondaremos demasiado sobre el tema, más bien vamos a tratar de tener una idea de cómo se hace una mezcla utilizando las prácticas del curso y prestando mucha atención a los planos de los instrumentos.

Es necesario agregar que escuchar todo tipo de música ayuda mucho a la hora de hacer un trabajo de mezcla. Es aconsejable escuchar una discografía variada en estilos y artistas.

En el proceso de escuchar música con criterio de análisis, deberemos oír los planos de cada instrumento.

Nos referimos al volumen de cada uno de ellos, lo que nos da una sensación de cerca o lejos. Luego concentrarnos en la ubicación espacial de cada uno de ellos. Existe un espacio creado por la combinación de los paneos (ubicación izquierda-derecha) y el efecto de reverb (sensación de adelante-atrás).

Al escuchar reiteradamente un tema para analizar, podemos concentrarnos en cada audición en un elemento de la mezcla, por ejemplo, primero escuchamos los planos, luego los paneos, las reverbs, el tipo de ecualizacion de cada instrumento, otros efectos, etc.

La calidad y resultado de un trabajo a la hora de mezclar, depende hoy muy poco de su equipamiento y mucho de su talento artístico. Quiero decir que se pueden hacer trabajos maravillosos, sin tener necesariamente un equipo costoso. Solamente debemos tener buenos oídos y una buena perspectiva para saber a donde estamos llevando nuestro proyecto.

Este tema está orientado a que el alumno aprenda a entrenar su oído, escuchando, analizando y comparando con criterio, para aprender de los que saben y entrar poco a poco en el mundo de la sonorización profesional.

Los que estamos en este proyecto, deseamos desarrollar el curso que hubiésemos querido tener cuando empezamos a hacer nuestros primeros trabajos, que por cierto esto nos hubiese sido de gran ayuda veinte años atrás. Muchos conceptos que nos llevaron años deducirlos, podríamos haberlos aprendido rápidamente en un curso como éste. Obviamente para esos tiempos esa posibilidad era inexistente.

CONCEPTOS VARIOS

En esta parte del curso vamos a proveerle de conceptos variados de mezcla de los instrumentos más tradicionales y comunes en casi todas las mezclas, como baterías, guitarras, bajos etc. Luego a medida que estemos realizando los ejercicios de mezcla,

podréis estudiar la forma de como se ecualiza, analizando las mezclas maestras y comparándolas con propios trabajos.

Para comenzar a ecualizar, tenemos que tener claro con cada instrumento, qué espectro cubre y qué bandas de octavas comparte con otros. Si dos instrumentos suenan muy bien cuando le enfatizamos los 2 Khz., al juntarlos en la mezcla van a tender a enmascararse unos con otros, de esta manera es necesario compartir el espectro.

Entonces si en lugar de enfatizar 2 Khz. lo hacemos con uno de ellos en 1.5kHz y con el otro en 2.5kHz, se combinarán mucho mejor. Esto es muy común cuando tenemos dos guitarras eléctricas rítmicas que tocan más o menos lo mismo, y aunque al escucharlas solas no nos gusten demasiado veremos que en el contexto de la mezcla estarán más que bien.

BATERÍA

Por lo general la batería en la mezcla abarca entre 7 y 10 canales de la consola.

Bombo

El bombo tiene una gran energía musical a través de las 10 octavas del espectro y es uno de los instrumentos con el que podemos pasarnos largo rato para obtener un buen sonido (crack del ataque y punch en los graves y una resonancia deseada); seguramente utilizaremos un compresor dedicado y ecualizadores paramétricos. Podemos agregar que en aproximadamente 60 - 80 HZ encontraremos la profundidad, dependiendo del sonido ya que a veces la encontraremos en los 30 Hz o 40Hz. El ataque podría estar en los 2.5 Khz.

Normalmente con un buen compresor cuidadosamente ajustado, podemos definir el brillo del ataque. Mas adelante veremos en tema de los compresores.

Caja

La caja también es un instrumento al cual le dedicamos mucho tiempo, sobre todo en los temas pop, rock, funk, etc., donde es muy importante un buen sonido de esta.

Podemos decir que si queremos engordar el sonido de la caja, o sea, escucharlo con más presencia en los graves, tendríamos que enfatizar por los 240 Hz, y si queremos darle un poco de claridad trabajaríamos con frecuencias tales como los 5 Khz., y dependiendo del tipo de caja y de quien la toque podemos, darle brillo en torno a los 12 Khz.

Hi Hat – Platos

Estos sonidos tienen alojado en los 200 Hz el gong, y el brillo en los 7.5 Khz.

Timbales

Los toms pueden ser aéreos, donde podemos engordarlos en los 240 Hz y darles ataque en los 7.5 Khz. Por su parte los toms de pie, son mas graves que los anteriores y podemos engordarlos enfatizando frecuencias como 80 - 120 Hz y darle ataque en 5 Khz.

Bajo

El bajo junto con el bombo hacen la base principal de muchos temas.
Podemos trabajar con el cuerpo del sonido, sobre los 60 - 80 Hz. Una de las posibilidades de ecualizar el bajo también es enfatizar los 700 Hz y 1100 Hz; esto ayudará en ocasiones a adelgazar el mismo pero tendremos mas presencia y definición en las notas, sobre todo cuando reproducimos con altavoces de escasa calidad. Si trabajamos las altas frecuencias con cuidado podremos darle claridad a las notas y definir otros elementos de ataque.

Guitarra eléctrica

En la guitarra eléctrica encontramos que podemos engordar su sonido en las frecuencias 240 Hz y el ataque en los 2.5 Khz., pero también podemos trabajar otras frecuencias altas para el brillo según que hablemos de guitarras clean, overdrive etc.

Guitarra Acústica

En la guitarra acústica podemos trabajar con frecuencias más bajas que en la anterior ya que tienen una caja de resonancia. Entonces podríamos trabajar con 80 -120 Hz en los graves, 240 Hz en el cuerpo y claridad o presencia en 2.5 Khz. - 5 Khz., pudiendo también divertirnos un poco con las frecuencias altas.

Órganos

Digamos que en un órgano convencional de sintetizador o sampler podemos trabajar el sonido en la parte grave en 80 - 120 Hz, cuerpo en 240 Hz y presencia en los 2.5kHz aprox.

Piano acústico

Al piano acústico le podemos dar graves en 80 - 120 Hz; presencia en 2.5 Khz. - 5kHz y trabajar con las altas frecuencias como 8khz; es un instrumento al cual hay que dedicarle un tiempo en la mezcla ya que en su espectro se encuentran frecuencias graves y medias que pueden competir con otros instrumentos.

Horns (Saxo, trompetas, Trombón)

Podemos decir que lo más importante es siempre tratar de tener una buena toma del instrumento cuando lo captemos o grabemos. (Eso es para todos los instrumentos pero es crítico para este tipo de sonidos).

Esto es posible con un buen micrófono y un buen preamplificador. Las frecuencias sensibles, si queremos darle cuerpo, están entre 200Hz y 240Hz y brillo en 12KHz y ataque en los 2500Hz. Quiero agregar que esto es a modo de ejemplo con frecuencias aproximadas. Esto no significa que al momento de ecualizar una mezcla tengamos que enfatizar estas frecuencias sí o sí. La idea es ecualizar lo menos posible y escuchar cómo interaccionan los instrumentos entre sí. Por ejemplo, no podemos tener un pico enfatizado en las frecuencias graves de un bajo con las mismas características de ecualización que el bombo. Esto sería caótico ya que habría una competencia atroz por las primeras octavas del espectro musical y el resultado sería un desastre.

Debemos escuchar atentamente los instrumentos, verificando que no interfieran entre sí, trabajando a ser posible, en un marco de mucha tranquilidad.

Para finalizar, podemos decir que la mayoría de los sonidos que nos rodean (incluso el de los instrumentos musicales) son, en realidad, el resultado de la suma e interacción de un cierto número de componentes más o menos complejos, y que en conjunción determinan la naturaleza y características particulares de cada uno de ellos.

Si se trata del simple reconocimiento de la fuente sonora (como por Ej. el sonido del violín), de toda la información tímbrica existente (espectro, envolvente dinámica, altura, etc.) necesitamos solo una porción limitada de ésta, ya que nuestro cerebro nos permite realizar tal tarea con una sencilla estimación estadística de las componentes presentes. Está claro para todos, que podremos reconocer un violín aun cuando lo escuchemos por teléfono. Pero si hablamos de una percepción más detallada, como en el caso de la percepción musical, necesitaremos procesar toda la información presente, ya que ésta nos dará también idea de la calidad del instrumento, la técnica y expresividad del instrumentista, entre otras cosas.

Debemos concluir que la denominación de un sonido (en términos instrumentales) sólo constituye una suerte de categorización del mismo, y es útil para fines de clasificación, pero no a los fines de la percepción más compleja. Hablamos de “la voz humana”; con suerte diferenciamos entre voz femenina y masculina, más en detalle, entre Soprano, Contralto, Tenor y Bajo, pero no hay dos personas que tengan la misma voz (por el mismo timbre de voz), y si nos adentramos en el terreno de la lingüística, los propios fonemas se distinguen por sus cualidades tímbricas.

Nos hemos ocupado de la determinación de las zonas espectrales características de algunos sonidos instrumentales, en particular de aquellos que normalmente precisan de ser ecualizados en el momento de la mezcla, sea para corregir defectos tímbricos, o por cuestiones de ensamble con otros sonidos presentes.

Es importante tener en cuenta que los datos proporcionados, están sujetos a variación, dependiendo de varios factores (algunos no demasiado controlables), como la calidad de los instrumentos, la correcta afinación de los mismos y la “perfomance” del instrumentista. De allí que deban tomarse como simples indicaciones generales, pero que funcionan de manera bastante aproximada para la mayoría de las situaciones.

REVERB

Este es un efecto que estamos sintiendo en todo momento, en palabras simples: la reverberancia es un montón de ecos aleatorios ocurriendo muy cerca unos de otros, siendo percibidos como una repetición sostenida de la fuente de sonido. Nuestra mente no puede separar los ecos individuales como eventos discretos y se escuchan como una sola masa sonora.

En una sala típica, esos ecos se producen debido al sonido que rebota del suelo, techo, paredes y muebles. Es el sonido reflejado por el medio ambiente; los rebotes provenientes de objetos cercanos llegan al oído antes de los sonidos provenientes de las paredes lejanas. Los ecos iniciales son referidos como las reflexiones tempranas, y a menudo hay ecos lo suficientemente espaciados para ser percibidos como ecos discretos.

Las “reverbs” del pasado, como “planchas metálicas” (plate), muelle (spring) y cámaras de reverberación, eran hechas con sistemas diseñados para cada entorno. Hoy en día, con la introducción de las “reverbs” digitales, además de incluir estos tipos de reverberación se han incorporado ambientes acústicos de diferentes salas (rooms), salones (hall) y programas tales como “reverbs” con “gate” o “reversa”.
La “reverb” es el efecto de estudio mas utilizado, ya que ayuda a recrear un ambiente acústico real.

TIPOS DE REVERB Y SU USO

Plate: Es una “reverb” densa, suave y brillante. Excelente para percusión, voces, etc.

Room: Se utiliza para baterías, guitarras, voces, en fin, si se la aplica suavemente a la mayoría de las pistas de una mezcla, un “room” convincente puede hacer que todo suene como si estuviera ocurriendo en el mismo espacio acústico.
Esta “reverb” es la más generalizada.

Hall: Es ideal para las baladas o temas de bajo tempo ya que son duraderas, o sea que las podemos usar para solos de guitarras, voces, pianos, tambores, etc. La percusión en tempos rápidos necesita “reverbs” más cortas para evitar superposiciones que generen confusión.

Gate: Son densas y se pueden ajustar para que corten abruptamente.
Entre los parámetros más importantes que se pueden modificar en una “reverb” se encuentran el “pre-delay” y el tiempo de “decay”. El primero regula el ataque de la “reverb” y el segundo es el tiempo de duración de la misma.

PANEO Y USOS VARIOS

Batería. La batería se panea usualmente de la siguiente forma:

Bombo y caja al centro.

Timbales: los más agudos van a la izquierda y los graves hacia la derecha, repartiéndolos en los 180 grados del espacio.
El hi-hat ligeramente paneado hacia la izquierda y los platos en estereo dependen de la posición en la que se encuentren. Por ejemplo puede haber un crash a la derecha y un splash u otro crash a la izquierda.

Las guitarras: dependiendo del arreglo de la canción: si sólo hay una y es la base del tema, generalmente va al medio; si hay dos y hacen más o menos el mismo arreglo, podemos poner una a la izquierda y otra a la derecha. Los solos de guitarras generalmente van al medio o ligeramente paneados a los costados.

Bajo: El bajo va al centro.

Piano: Depende del arreglo y de la participación del mismo.

Voces: Principales al medio y los coros izquierda y derecha tratando de que quede balanceado.

ECUALIZADORES Y FILTROS

Así como un color está formado por la suma de distintas cantidades de otros tres básicos, podemos pensar el sonido como la suma de un número determinado de ondas simples (ondas senoidales) de distintas frecuencias. Si modificamos la amplitud de cualquiera de ellas, la forma de onda resultante se modificará y en consecuencia escucharemos un nuevo sonido.

ECUALIZADORES: Estas herramientas nos permiten trabajar sobre el sonido en base a tres parámetros.

Frecuencia

Elige la frecuencia central donde se aplicará el proceso.

Ganancia

Determina la cantidad de decibelios de aumento o disminución

Ancho de banda

Determina la cantidad de frecuencias vecinas a la elegida que se verán afectadas por el proceso.

FILTROS: Esta herramienta permite el trabajo sobre un grupo de frecuencias del espectro.

LPF (Low pass filter)

Elegida una frecuencia llamada frecuencia de corte (cut-off freq), atenúa las que se encuentran por encima de la misma.

HPF (High pass filter)

Elegida una frecuencia llamada frecuencia de corte (cut-off freq), atenúa las que se encuentran por debajo de la misma.

Paso de Banda (bandpass)

Permite únicamente el paso de las frecuencias comprendidas entre dos frecuencias elegidas.

Corte de Banda (band nocht)

Elimina las frecuencias comprendidas entre dos frecuencias elegidas

ANEXO 1

TABLA DE FRECUENCIAS FUNDAMENTALES RELACIONADAS CON UN INSTRUMENTO

Bombo: Profundidad 60 a 80 Hz, Ataque 2.5 kHz

Caja: Gordura 240 Hz, Claridad 5 kHz

Hi Hat / Platos: Choque (Gong) 200 Hz, Brillo 7,5 kHz

Toms aereos: Gordura 240 Hz, Ataque 5 kHz

Toms de suelo: Gordura 80 120 Hz, Ataque 5 kHz

Bajo: Cuerpo 60 a 80 Hz,

Ataque (presencia) 700 Hz 1000 Hz,

Ruido de cuerda (pop) 2.5 kHz

Guitarra eléctrica: Cuerpo 240 Hz, Ataque 2.5 kHz

Guitarra acústica: Graves 80 a 120 Hz,

Cuerpo 240 Hz,

Claridad 2.5 5 Khz

Órgano eléctrico: Graves 80 a 120 Hz,

Cuerpo 240 Hz,

Presencia 2.5 Khz

Piano acústico: Graves 80 a 120 Hz,

Presencia 2.5 a 5 Khz,

Sonido “Honky Tonk” 2.5 Khz

(con un ancho de banda angosto)

Horns: Cuerpo 120 240 Hz,

Brillo 5 a 7.5 kHz

Cuerdas: Cuerpo 240 Hz,

Filo 7.5 a 10 kHz

Conga/Bongó: Resonancia 200 a 240 Hz,

Presencia (slap) 5 kHz

Voces: Cuerpo 120 Hz,

Resonancia 200 a 240 Hz,

Presencia 5 kHz,

Sibilancia 7.5 a 10 kHz

TEMA 5

ECUALIZACIÓN TÉCNICA 2. UTILIZACION DEL SPLIT DE CANAL.

La correcta utilización del canal de mesa sobre el que estamos trabajando, comienza con la identificación del la entrada de señal. Aunque la mayoría de las mesas de mezclas poseen entradas tanto a nivel de alta, como de baja impedancia, utilizaremos preferiblemente las entradas de baja impedancia para todos los dispositivos de entrada que nos lleguen a la mesa. Las que en origen no sean así, las transformamos mediante una caja de inyección.

Otro factor a temer en cuenta es saber si la señal es balanceado o no, y como trabajar con ellas, dependiendo de ello.

A continuación vamos a ver varios tipos de conexionado que nos podemos encontrar referentes al balanceo o desbalanceo de la señal.

En los equipos de audio profesional las entradas normalmente son balanceadas. El caso más sencillo se presenta cuando queremos unir una salida balanceada a una entrada balanceada, en este caso simplemente tendremos que unir las masas, los terminales positivos (calientes) y los terminales negativos (fríos). Los problemas se nos pueden presentar al realizar conexiones de equipos con salidas no balanceadas a equipos con entradas balanceadas. Para resolver posibles dudas en el cableado, se muestran a continuación las técnicas más empleadas así como los conectores más utilizados.

Salida Balanceada a entrada Balanceada

Este tipo de cableado no presenta ninguna complicación, los más empleados son los siguientes:

Se trata de un cableado pin a pin entre conectores XLR de 3 pines, también conocido como conector "Canon". El pin 1 es masa o GND en ingles, el pin 2 es el positivo de señal o caliente y el pin 3 es el negativo de señal o frío.

Conexionado entre 2 Jack de 1/4" o 6,35 mm. El extremo final es el positivo, el casquillo central es negativo y el cuerpo es masa.

Conexiones entre Jack 1/4" y XLR-3.

Conexiones entre XLR-3 y Jack de 1/4".

Salida No Balanceada a entrada Balanceada

En el conector de salida si es XLR o Jack 1/4", conectaremos el cable de salida negativa o frío a masa, y su terminal debe quedar abierto.

En el conector XLR de salida unimos a masa el cable de señal negativa, quedando el terminal 3 de dicho conector sin ninguna conexión. El conector de entrada tendrá sus 3 cables correctamente soldados. Observa que en el conector de entrada el terminal 3 esta unido a masa.

En el conector XLR de salida unimos a masa el cable de señal negativa, quedando el terminal 3 de dicho conector sin ninguna conexión. El conector de entrada (Jack 1/4") tendrá sus 3 cables correctamente soldados. Con un polímetro comprobaremos que el terminal 2 del XLR queda unido a la punta del Jack y entre su casquillo y cuerpo hay continuidad.

En el Jack de salida soldamos el cable positivo al extremo del Jack, el cable de

masa a su cuerpo y el tercer cable lo uniremos también a masa.

Esta situación es una combinación de las 2 anteriores.

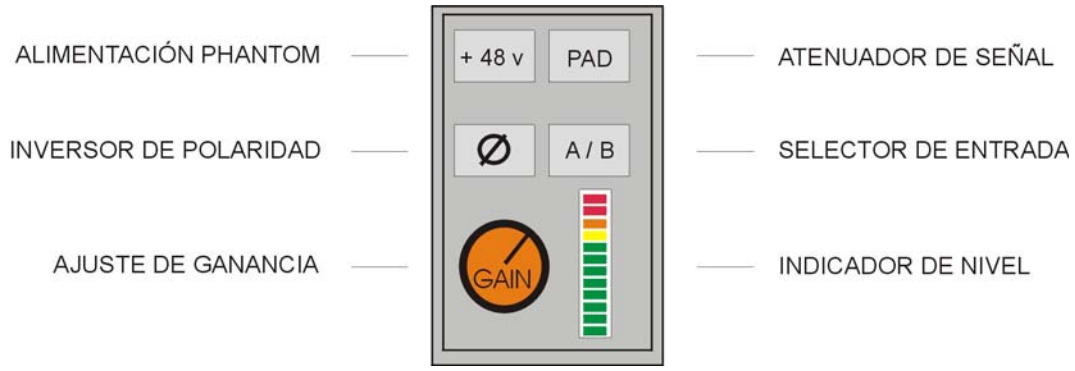
En el RCA de salida soldamos el cable positivo al vivo del RCA, el cable de masa a su cuerpo y el tercer cable lo uniremos también a masa.

Similar al caso anterior.

Una vez identificada la señal, lo primero es proceder al control de la misma, teniendo en cuenta si necesita o no de alimentación phantom, si es procedente atenuarla mediante “PAD”, y finalmente efectuar el ajuste fino con el potenciómetro de ganancia.

Aunque en la sección de control de señal también está el inversor de fase, este no se usa durante el proceso de captación de señal, sino mas adelante, para tratar la interacción de este canal con otros.

MÓDULO DE CONTROL DE CONTROL DE SEÑAL



Ganancia

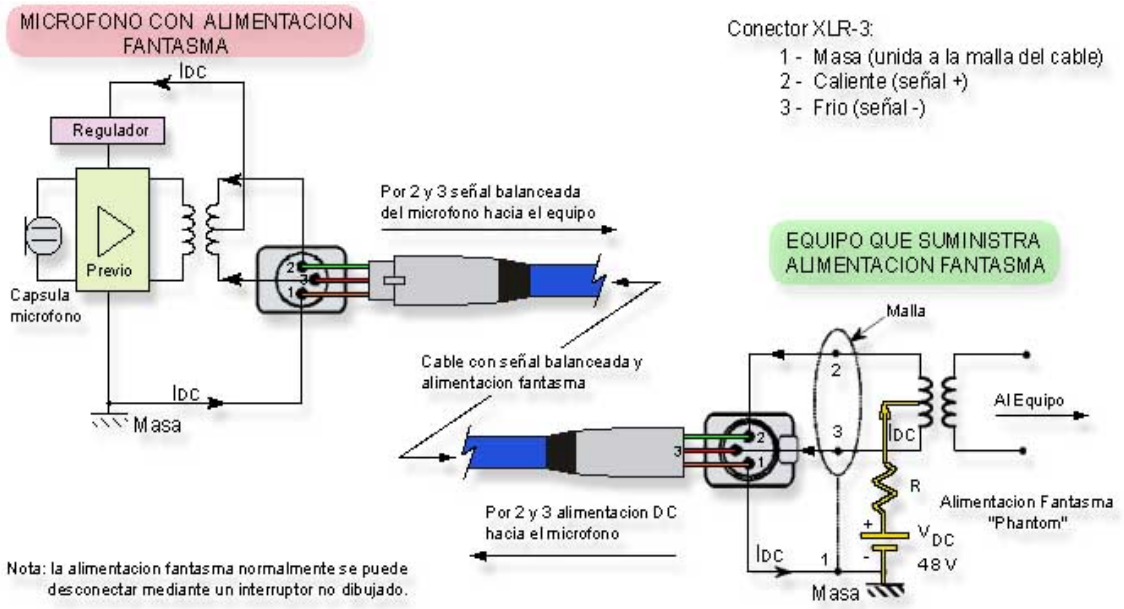
Empecemos por mirar el gráfico y así poder ver como se comporta la ganancia respecto al volumen. La **ganancia** podríamos definirla como "*la cantidad de señal que toma el micrófono*" mientras que el **volumen** controla cuanta de esta señal será enviada a la salida de la consola y de allí al sistema de amplificación.

Variación de ganancia.

Alimentación Phantom

En cuanto a la utilización o no de la alimentación phantom, solo repararemos en su uso, reservado a micrófonos de condensador y a las cajas de inyección directas que lo necesitaran, y no tanto en su funcionamiento eléctrico, aunque mostraremos a continuación el esquema de varios de estos circuitos:

Circuito para suministrar y extraer la alimentación fantasma, en ingles "Phantom", para micrófonos. En este se muestra y explica uno muy clásico, incluyendo el cable con conectores XLR-3 o popularmente llamados conectores "Canon":



La alimentación fantasma (zona amarilla del esquema, o inferior derecha), se inyecta al cable balanceado por los terminales 2 y 3, el retorno lo tiene por el terminal 1 (masa). O dicho de otra forma, la corriente de alimentación del micrófono viaja dividida en 2 por los hilos 2 y 3 retornando por 1.

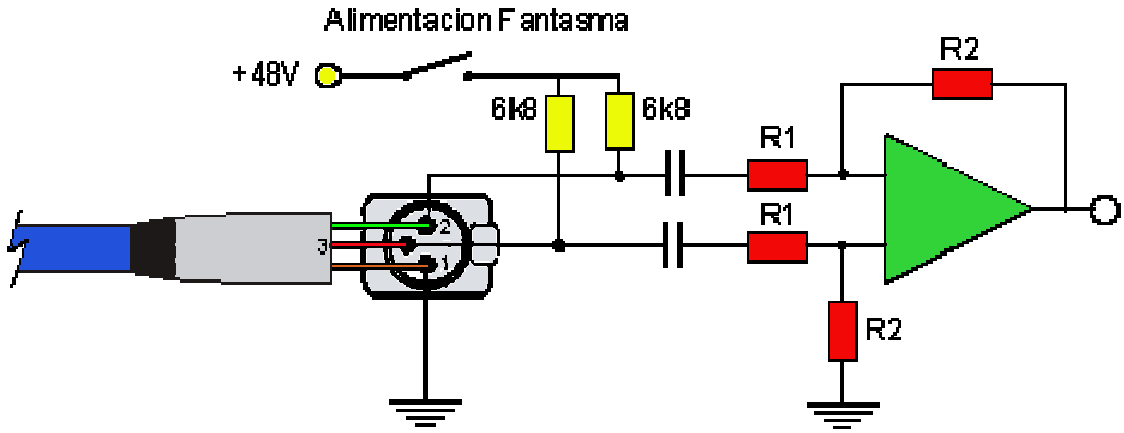
El valor de tensión continua de alimentación fantasma normalmente es de 48 voltios aunque puede variar, según el equipo y fabricante.

Los equipos que suministran alimentación fantasma tienen un interruptor para habilitar/deshabilitar esta alimentación.

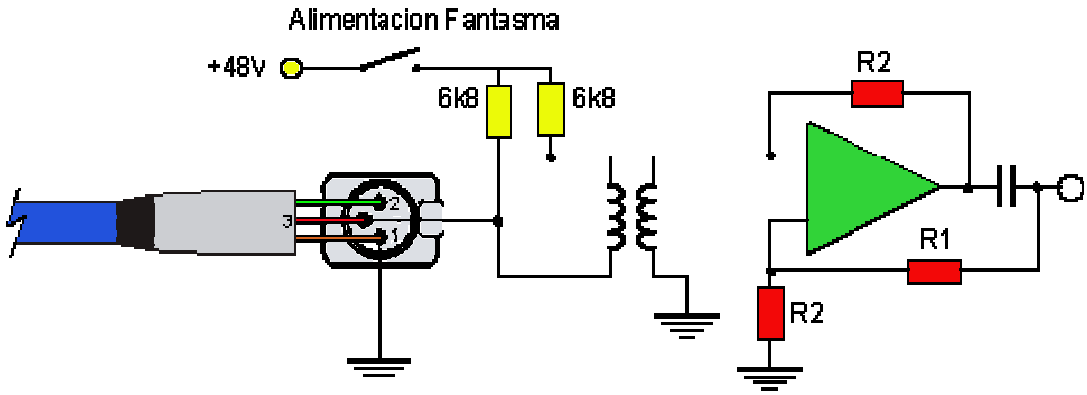
En el micrófono la corriente que viajaba dividida por los hilos 2 y 3 se vuelve a unir en el bobinado del transformador alimentando un regulador de tensión que a su vez alimenta al previo y la cápsula microfónica. Por supuesto el retorno sigue siendo por el terminal 1.

Observa que el transformador de la derecha realiza dos funciones: desbalancear la señal captada por el micrófono y enviar la corriente de alimentación.

En el siguiente esquema tenemos otra alimentación fantasma típica empleando 2 resistencias de 6800 ohmios para 48V (de color amarillo en el esquema). Para 24V las resistencias serán de 1k2 y para 12V su valor es 680 ohmios. El equipo tiene la entrada balanceada electrónicamente:



Este esquema se diferencia del anterior, simplemente, en que la entrada está balanceada por transformador:



Atenuador (PAD)

El selector de atenuación reduce la cantidad de señal recibida por la mesa. Esta reducción es en una cantidad fija, no variable dentro del modulo de control de señal, pro su valor varia dependiendo de los fabricantes y modelos de mesas. Los valores más extendidos son de -20 y -40 dB.

Selector de entrada

Con este pulsador, podemos elegir (siempre que la consola tenga esta opción), entre dos entradas distintas para el mismo canal de mesa. Estas entradas, normalmente

son de distinto tipo de impedancia, para poder usar tanto de baja como de alta, sin tener que usar un transformador para tal efecto, y de distinto conector (XLR-3, RCA y Jack).

En modelos mas antiguos de consolas, estas entradas pueden ser para micrófono y para phono, y los conectores usados XLR-3 y RCA.

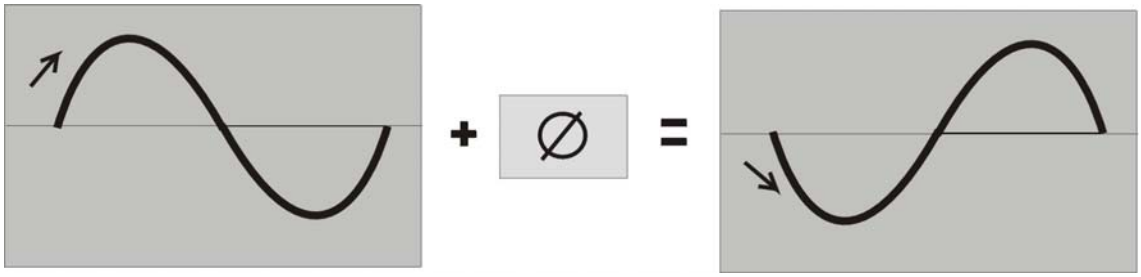
Indicador de nivel

Este nos muestra la cantidad de señal que estamos recibiendo, para facilitar así el ajuste. Nos podemos encontrar con indicadores en forma de vúmetro de led´s, galvanómetros o solo un led " bi " o " tri " color, que nos indicaría cuando la señal a tratar es baja de nivel, tiene un nivel optimo o esta sobrepasado este nivel.

Son aconsejables los dos primeros casos.

Inversor de polaridad

Con este selector, conseguimos cambiar el sentido de salida de la señal. Si el primer impulso de la onda sonora se produce en el campo positivo (de forma ascendente) lo convertiría en negativo, y así la señal comenzaría en el campo negativo de impulso.



MODULO DE SALIDA DIRECTA

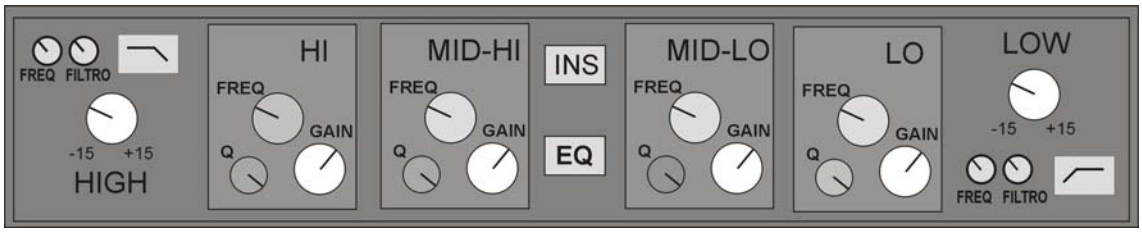
Una vez que la señal está ajustada, y tenemos la necesidad de usar la salida directa, bien para pasarla a otro canal o para enviarla a otra consola o distribuidor, activamos esta salida y seleccionamos si es pre o post ecualización.

Veremos las posibilidades de uso de la salida directa sobre todo en monitores, ya que se hace muy útil, para ciertos instrumentos, poder doblar la señal y así poder realizar ecualizaciones distintas para envíos de monitores distintos.

MODULO DE ECUALIZACION

A continuación, una vez que tenemos la señal optimizada para su manejo, la ecualizaremos, “si es necesario”.

Lo primero que debemos de hacer, una vez decidido que tenemos que modificar alguna frecuencia, es activar el modulo de ecualización y a continuación, conociendo la señal que vamos a procesar, procederemos a marcar, si es posible, el rango de frecuencias sobre el que trabajaremos. Este rango lo seleccionamos mediante los filtros pasa-altos y pasa-bajos.



En cada modelo de mesa encontraremos distinta forma de hacer esto. Las consolas mas avanzadas, poseen filtros pasa-alto y pasa-bajo que pueden ser de frecuencias variables, así como el tipo de filtro a usar y la cantidad de decibelios a atenuar.

En modelos más básicos de consolas, esta selección no se podría realizar, y nos encontraríamos con un filtro pasa-altos de activación fija, con una frecuencia y pendiente de corte definida por el fabricante.

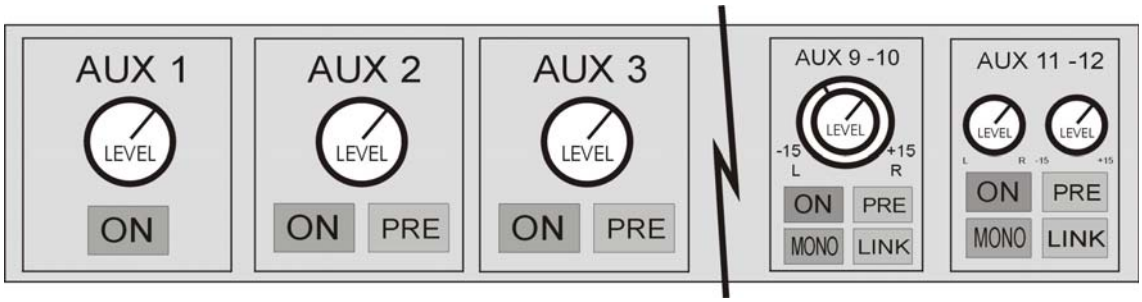
Puede que esta selección del rango de frecuencias nos sea suficiente para ciertos casos, pero si no fuese así, activaríamos el modulo principal de ecualización.

Una vez retocadas las frecuencias necesarias, volveremos a ajustar la ganancia general del canal, para poder así contrarrestar las variaciones de decibelios que hayamos realizado durante la ecualización.

En el módulo de ecualización nos podemos encontrar también el selector de inserción. Este puede ser “pre” o “post” ecualización, para poder facilitar así la inserción de otros dispositivos de ecualización, y no solo procesadores de dinámica o efectos.

ENVIO DE AUXILIARES

Una vez ecualizada la señal y ajustada su ganancia, procederemos a enviarla a donde la necesitemos.



Los envíos auxiliares nos los podemos encontrar en distintos formatos. EL más básico se reduce a un potenciómetro giratorio en el cual el fabricante ha determinado si este es pre o post fader.

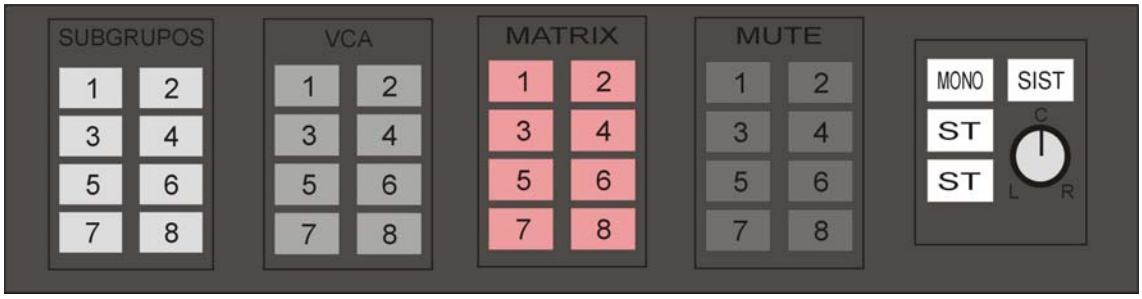
El siguiente formato es el de un envío individual, pre o post fader, con un interruptor de activación de dicho envío.

Si avanzamos un poco mas en el modelo de consola, nos encontraremos con un envió en el cual podemos seleccionar si su funcionamiento es pre o post fader y a la vez el interruptor de activación el envío. Este es el tipo de envío más usual en las consolas profesionales de mezclas de audio.

En los últimos tiempos se ha prodigado el uso de envíos “estereo” para su uso con multiefectos en P.A. y también para el uso de monitores in-ear en monitores. Esto módulo de envíos estereo, se puede encontrar en dos formatos, uno con potenciómetros giratorios superpuestos, y otro con doble potenciómetro. Tanto en un caso como en otro, el funcionamiento puede ser tanto en mono como en estereo, pasando a ser, en el modo estereo, uno de los potenciómetros, el de control del panorama del envío.

Estos parámetros de ajuste, se ven implementados con un selector de “link” para ambos canales, usándose un solo ajuste de envío para activar las dos salidas. Además nos encontramos con los selectores de activación del canal de envío, así como de la selección de pre o post fader y el selector de mono o estereo.

MÓDULO DE RUTEO



SUBGRUPOS

Se usa para agrupar canales individuales el un canal general mono o en dos estereo. Usualmente se agrupan por tipos de instrumentos o por instrumentistas.

VCA

Se usa para pasar el control de un canal, enviado a subgrupos, o envíos a un canal único. Esto solo está en función en consolas modernas, y sobre todo en las nuevas de configuración semi-digital o analógica con módulos de automatización o memorización.

MUTE

Se usa de forma igual o parecida a la asignación de subgrupos, con la diferencia que el ruteo se comporta como interruptor general para una seria de canales específicos.

MATRIX

El envío de matriz también se puede considerar de “actual” en el entorno de la sonorización en directo, y no tanto al mundo de la grabación en estudio, donde si estaba mas extendido.

Este es ajustable en origen y en la salida final, en contraposición a los SUBGRUPOS y VCA´s que son de activación fija.

Una de sus características principales es que nos los podemos encontrar en la salida de programa, pudiendo usarse estas como varias salidas generales del sistema.

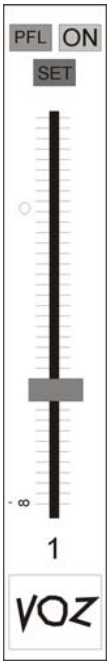
PANORAMA

Como último asignador de ruteo, nos encontramos el potenciómetro de panorama. En las consolas mas avanzadas, ya es usual el encontrar asignaciones de rutas de salida de programa, que serian LEFT, RIGHT y CENTER, en contraposición a las usadas hasta la fecha que solo mostraban LEFT y RIGHT.

FADER

Por último, en el uso del split de canal, nos encontramos con el fader, o potenciómetro de nivel. Este es el que controla todas las salidas asignadas para activarse después de que la señal pase por el. De el dependen las salidas a subgrupos, matriz, VCA´s y envíos de auxiliares post-fader.

Es el control del volumen de salida de un canal hacia el resto de la consola. Junto al potenciómetro deslizante, nos encontramos con el interruptor general del canal, “ON”, el interruptor de escucha previa “PFL”, y un posible asignador de ruteo para consolas semi-digitales o memorizables, que se puede usar para VCA´s, mutes o niveles de fader.



TEMA 6

PROCESADORES DE DINAMICA.

Los procesadores de dinámica son los encargados de adecuarnos la cantidad y calidad de la señal que recibimos y con la que vamos a trabajar.

Tomaremos como ejemplo un compresor. Técnicamente hablando, un compresor es un procesador dinámico, cuya función principal es la de reducir el rango dinámico de una voz o instrumento determinado.

Esta definición es bastante simple de enunciar, y requiere de experiencia para llevarla a la práctica ya que un uso inapropiado puede hacer perder vida al sonido producido por el intérprete.

¿Siempre se debe aplicar compresión?
¿A que instrumentos se debe aplicar compresión?
¿Cuanta compresión se debe aplicar?

Estas preguntas son difíciles de responder desvinculadas del sonido concreto y de su entorno de acción.

¿Te ha pasado alguna vez el estar grabando una voz y que el cantante por momentos está casi susurrando y en otros canta muy fuerte?

Si has pasado por esta experiencia sabrás que es casi imposible encontrar un balance adecuado entre la voz y los demás instrumentos de la canción: si equilibramos los momentos fuertes de la voz, los momentos suaves no se escucharán y viceversa. Esto puede pasar por muchas razones, de las cuales la impericia (o falta de técnica) del cantante puede ser una de ellas. Pero aun con grandes cantantes es difícil encontrar un equilibrio adecuado. Además, el tipo de balance cambia según el tipo de música.

Siendo el Rango Dinámico la diferencia en dB entre el nivel máximo y mínimo de una señal (acústica, eléctrica, etc.) en el ejemplo anterior diremos que en la voz humana, éste rango es muy amplio. En algunos instrumentos como guitarras españolas, acústicas y eléctricas, bajo eléctrico, bombo, caja y toms, la componente de ataque suele tener un nivel mucho mas alto que el decaimiento del sonido lo cual puede hacer necesario el uso de compresión.

El Rango dinámico

El rango dinámico del sonido en el mundo que nos rodea (alrededor de 120 dB) excede el rango útil en los sistemas eléctricos, magnéticos y digitales (que muchas veces no supera los 80 dB), valor que se asemeja más al rango útil de la música (dependiendo del estilo o género musical). Si la voz humana o los instrumentos descritos arriba corresponden a estilos de música “acústica” (folk, clásica, jazz, etc.) se tratara de captar el mayor rango dinámico posible, en cambio otros estilos como el Rock, Rap, Hip Hop, etc., necesitan rangos dinámicos mas reducidos (y en algunos casos casi nulos) ya que su atención se centra en el “impacto” sonoro y no tanto en los “matices” de la interpretación.

COMPRESOR

Para las definiciones siguientes tomaremos los ejemplos del apartado anterior, aclarando situaciones particulares cuando sea necesario.

Umbral

Para reducir el rango dinámico de un sonido, el compresor cuenta con un parámetro fundamental llamado Umbral (threshold) que establece el nivel límite entre el que actúa el procesador y el que no actúa. Si la señal se encuentra por debajo del umbral (ajustable por el usuario) el compresor dejará pasar la señal sin procesarla de ninguna manera, pero si la misma lo supera, comenzará a actuar.

Ratio

Una vez fijado el umbral a partir del cual es necesario que actúe el compresor, debemos definir cuanta reducción debe aplicarse a la señal excedente. Tal situación es controlada por el Ratio, que establece la relación de compresión entre la señal de entrada (input signal) (señal original sin procesar) y la de salida (output signal) (señal procesada).

Así, si una señal supera el umbral en 6 dB, y queremos que solo lo haga en 3 dB, deberemos establecer el Ratio en 2:1.
Estos dos parámetros constituyen el núcleo del compresor, siendo los más importantes de definir ya que depende fundamentalmente del tipo de señal que se quiere procesar.

Tiempo de Ataque

Para controlar “que tan rápido” debe producirse el procesamiento de la señal una vez superado el umbral, el compresor cuenta con otro control llamado Ataque (Attack). Su rango de valores puede variar desde alrededor de 5 ms (casi instantáneo) hasta el orden de unos cientos de ms.

Su elección depende del tipo de señal a procesar: sus propiedades de ataque, su envolvente dinámica, etc.

Tiempo de Relevo

Una vez que la señal pasa por debajo del umbral debe establecerse “que tan rígido” el compresor debe dejar de actuar. Esto es controlado por el Tiempo de Relevo (Release).

A primera vista este tiempo debería ser lo mas instantáneo posible, pero existen distintas situaciones que obligan a un análisis un poco mas detallado de este parámetro. Si el sonido tiene un ataque y un decaimiento muy brusco (como en el tambor) cuando el sonido pasa por debajo del umbral es necesario que el Tiempo de Relevo sea el suficientemente lento como para que la envolvente dinámica no se distorsione (dando la sensación de un “segundo ataque”) pero lo suficientemente rígido como para que no se siga comprimiendo sobre el siguiente sonido (situación muy evidente en músicas con

Tempos rápidos), momento en el cual el compresor ya debería estar en las condiciones iniciales (sin actuar).

El rango de valores varía desde unos pocos ms. hasta alrededor de 5 seg.

CURVA DE RESPUESTA DE UN COMPRESOR

En la Figura 1 puede apreciarse la relación entre la señal de entrada y la de salida de un compresor.

La señal aplicada a la entrada (vúmetro horizontal), es procesada según la curva de respuesta, dando como resultado a la salida la señal representada por el vúmetro vertical.

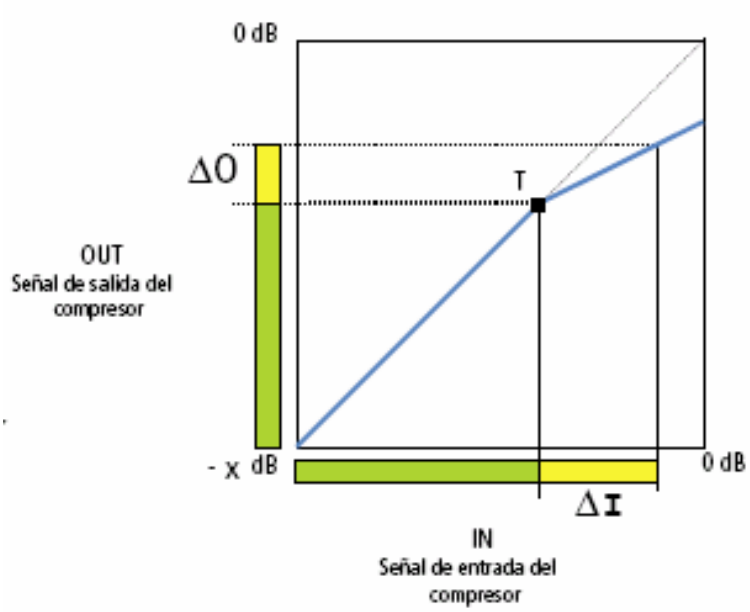


Figura 1. T: Umbral: ΔI: Porción de la señal de entrada que supera el umbral: ΔO: Porción de la señal de salida que supera el umbral. ΔI: ΔO = Radio
Si ΔI = 6 dB y ΔO = 3 dB, entonces Radio = ΔI: ΔO = 6 dB: 3 dB = 2 : 1

Nótese que si la señal de entrada no supera el punto T (umbral), ésta no resultará comprimida pues la pendiente del segmento de la curva de respuesta es de 45º en cambio, si se supera el umbral, al tener el segmento una pendiente menor a 45º la señal será comprimida, siendo mayor la relación de compresión (Radio) cuanto menor sea la pendiente de este segmento.

EFECTO DE LA COMPRESION SOBRE DISTINTOS TIPOS DE SEÑALES

Como se verá a continuación, el resultado de comprimir una señal dependerá esencialmente de dos factores: su evolución temporal (envolvente dinámica) y su componente espectral.

En este apartado nos ocuparemos del primero de esos casos.

A. Señales que presentan un ataque abrupto, sostenimiento igual al nivel alcanzado en el momento de ataque, y relajación instantánea: Órgano y algunos sonidos sintetizados (“colchones”)

En la Figura 2 se representan dos señales próximas entre sí una que supera el nivel del umbral (T) y otra que no, aplicadas a la entrada del compresor (a la izquierda del gráfico), mientras que a la derecha se representa el resultado obtenido a la salida.

Si se ajusta el Tiempo de Ataque y el de Relevo iguales a 0 ms (o muy cercanos a 0 ms), solo S1 será afectada por el procesamiento mientras que S2 no sufrirá ningún tipo de transformación.

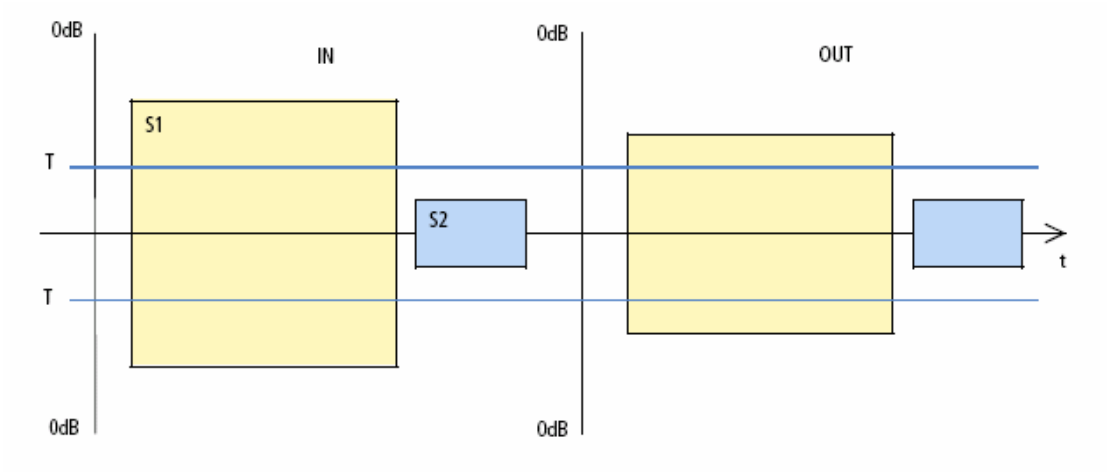


Figura 2. Efecto de compresión aplicada a dos señales S1 y S2 continuas y próximas entre sí en el tiempo.
T: Umbral, Radio = 2:1, T. de Ataque = 0ms, T. de Relevo = 0ms.

En realidad, por mas pequeño que sea, el Tiempo de Ataque y el de Relevo siempre serán mayores que 0 ms, y por esto, la situación anterior constituye un caso ideal.

Por el contrario, si se ajustan ambos parámetros a valores más altos, el resultado será el representado en la Figura 3.

En este caso, puede apreciarse la distorsión de la envolvente dinámica de ambas señales.

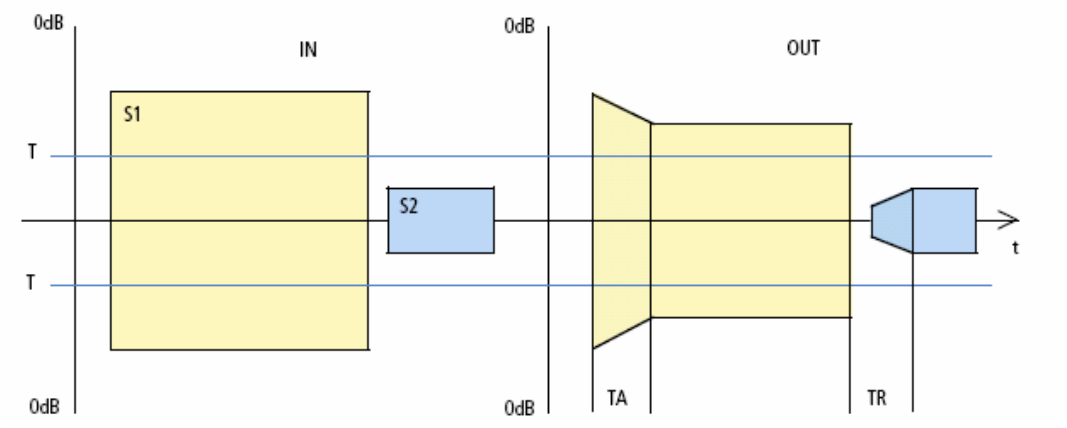


Figura 3. Efecto de compresión aplicada a dos señales S1 y S2 continuas y próximas entre sí en el tiempo.
T: Umbral, Radio = 2:1, T. de Ataque = TA, T. de Relevo = TR.

A primera vista puede pensarse que lo ideal seria ajustar el Tiempo de ataque y el de relevo lo más rápido posible, pero, como veremos a continuación, si la envolvente dinámica de la señal es distinta, el resultado variaría notablemente.

B. Señal formada.

La mayoría de las señales sonoras evolucionan de manera distinta a la presentada en el caso anterior.

Algunos sonidos presentan ataques relativamente lentos, decaimiento, sostenimiento y relajación como en las cuerdas frotadas, vientos, etc.

Otros, solo ataque, decaimiento y relajación, como en pianos, guitarra española, acústica o eléctrica limpia (sin distorsión), bajo, batería y percusión en general.
Si aplicamos una señal que evoluciona en el tiempo a la entrada de un compresor se podrán producir los siguientes efectos:

1. El Tiempo de Ataque del compresor es menor que el de Ataque de la señal.

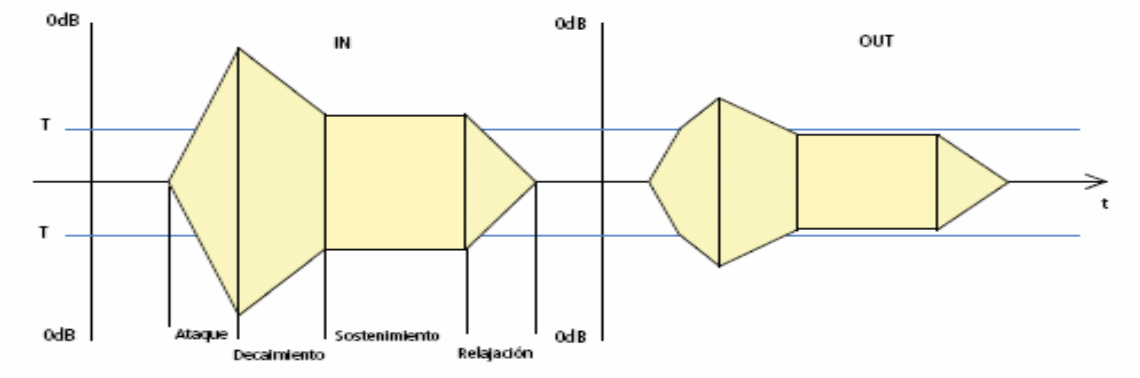


Figura 4. Resultado de la compresión aplicada a una señal formada. T. de Ataque rápido y T. de relevo lento. Si el nivel de sostenimiento supera el umbral, la envolvente dinámica de la señal resultante será similar a la de entrada.

A la salida del compresor obtendremos una señal cuya envolvente dinámica será similar a la de entrada si el nivel de sostenimiento supera el umbral, en caso contrario, solo el ataque se verá afectado.

Tal situación no es independiente del Tiempo de Relevo, pero esto será estudiado mas adelante.

2. El Tiempo de Ataque del compresor es mayor que el de Ataque de la señal.

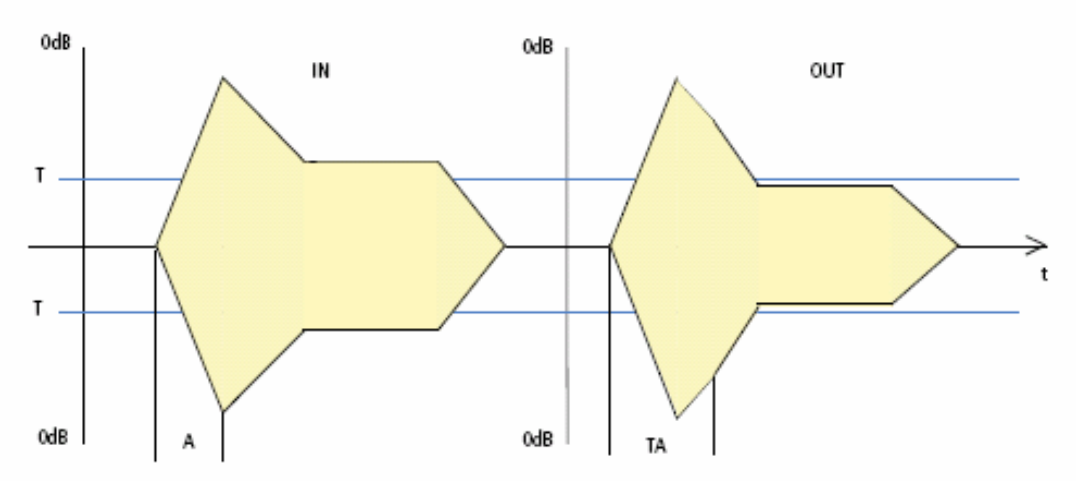


Figura 5. Tiempo de ataque (TA) del compresor mayor que el de la señal de entrada (A).

El ataque de la señal no será afectado (o lo será menos que el resto) acentuándose la sensación de impacto.

Si se desea comprimir una señal que presenta una cierta componente de ruido en el ataque (martillo de piano, púa en guitarras acústica o eléctrica, “kick” en el bombo, etc.), un tiempo de ataque lento en el compresor acentuará también esta componente de ruido.

3. El Tiempo de Relevo del compresor es demasiado rápido (para cualquiera de los casos anteriores).

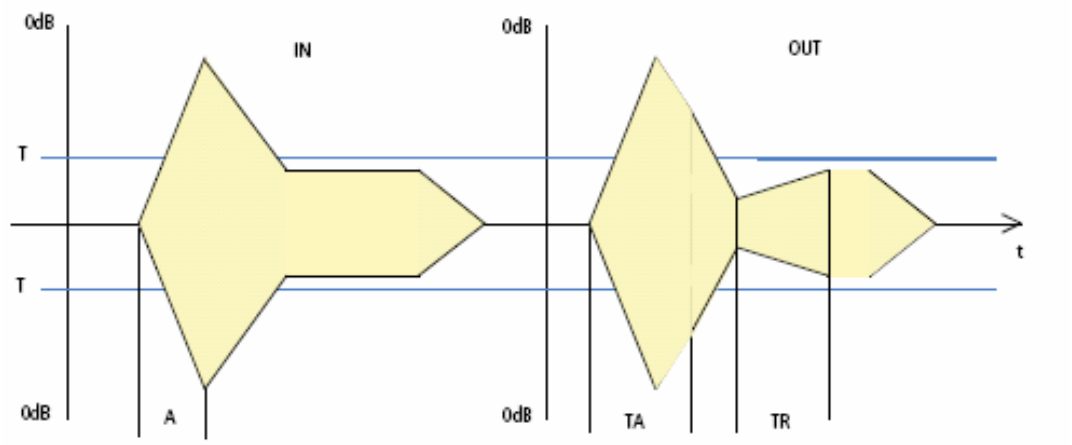


Figura 6. Deformación de la envolvente dinámica de una señal producto de un T. de Relevo (TR) inadecuado en el compresor.

Un síntoma característico de este problema es la sensación de aumento en la intensidad de un sonido cuando éste debería mantenerse o disminuir, y en algunos casos, hasta puede llegar a presentarse la sensación de un segundo ataque.

Algunos compresores permiten utilizar Tiempos de Relevo automáticos, que cambian según el tipo de señal que es aplicado a la entrada del mismo.

Resumiendo, el compresor es uno de los procesadores más importantes en la cadena de audio, único a la hora de nivelar los abruptos cambios en intensidad que puede presentar una señal sonora, y, si es aplicado a toda la mezcla, permite ensamblar todos los sonidos presentes en la canción, pero debe prestarse mucho cuidado al utilizarlo. Si los pasajes intensos se ahogan mientras que los suaves suenan artificialmente fuerte, es tiempo de cambiar la configuración del compresor.

Otras utilidades y algunos efectos colaterales

La grabación digital permite un amplio rango dinámico (96 dB en 16 bits y 144 dB en 24 bits), pero si una señal es demasiado débil, se introducen fuertes distorsiones pues no se utiliza toda la capacidad de resolución posible (solo unos pocos bits son utilizados para representar el sonido muestreado); si para corregir este problema aumentamos la ganancia del preamplificador, corremos el riesgo de saturar la señal de entrada de nuestro soporte de grabación, ya que no podemos superar el nivel de 0dB (la

grabación digital no tiene “headroom”), esto solo puede ser solucionado comprimiendo la señal que se quiere grabar.

Debe tenerse en cuenta que a la hora de usar compresión se reduce el nivel de las señales mas intensas y por lo tanto tendremos un mayor margen para aumentar la ganancia de dicha señal, pero con esto también elevaremos el nivel de ruido de fondo: el compresor reduce la relación señal-ruido. Si no se tuvo especial cuidado del nivel de ruido al grabar la señal, aplicar compresión nos generará un enorme problema.

Un caso interesante de uso del compresor como efecto (y no como procesador) lo encontramos en las guitarras con distorsionador, ese sonido característico se logra aplicando una fuerte compresión con ataque rápido y relevo muy lento, de manera de reducir el ataque del sonido (y el de la púa) y de lograr un gran sostenimiento del sonido producido, alterando la envolvente dinámica del mismo. De allí que los compresores para guitarra tengan como parámetros Ataque y Sustain.

De-esser

El De-esser es un tipo particular de compresor utilizado para reducir las “eses” en los cantantes, actúa comprimiendo solo el rango de frecuencias donde la consonante es más notable. La frecuencia central es ajustable para conseguir una mayor eficacia en el procesamiento de la señal.

El limitador

El Limitador (otro tipo de compresor), impide que la señal supere el nivel establecido por el umbral. En este, el Radio de compresión es muy alto (infinito: 1) y puede graficarse como un segmento horizontal en el rango superior al umbral. También puede obtenerse esta función con otros compresores, ajustando el Radio de compresión a valores superiores a 20:1.

El efecto de la compresión es muy notable alrededor del nivel de umbral si la señal fluctúa alrededor del mismo, ya que pueden introducirse fuertes distorsiones en la misma. En estos casos es útil que la relación de compresión sea efectiva cuando el nivel de la señal supera bastante al del umbral, pero que sea menor alrededor de este último. Para esto se desarrollaron los compresores “SOFT KNEE”, cuya curva de respuesta se detalla a continuación.

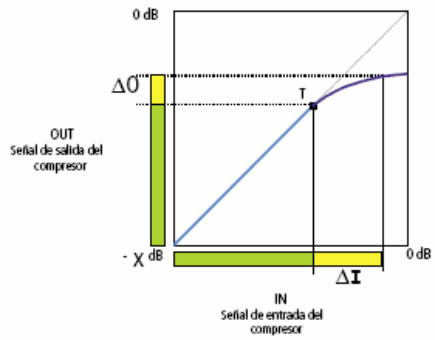


Figura 7 Curva de respuesta de un compresor "Soft Knee". La relación de compresión especificada por el Radio es aplicada a la señal cuando alcanza los 0dB en la entrada, siendo menor alrededor del umbral.

Algunos modelos de compresores

Actualmente hay en el mercado muchas marcas y modelos de compresores, algunos de los cuales son de estado sólido (como los DBX, BSS, DRAWMER), mientras que otros son valvulares (como el FOCUSRITE, AVALON, TLA,). Estos últimos son los más eficaces para procesar toda la mezcla de una canción pues agregan cuerpo y color al sonido resultante, aunque son mucho más costosos.

También hay desarrollos de compresores por software para Windows y MacOS, algunos de los cuales incluso simulan la compresión valvular (tanto el Focusrite Red3 como el Drawmer 1960 tienen un software equivalente desarrollados como plug-ins de Pro Tools, estándar de la grabación digital multipista a disco duro de Digidesign a nivel mundial).

Además, el desarrollo de compresores por software permitió introducir la aplicación de compresores multibanda, los cuales permiten aplicar distintas formas de compresión a bandas de frecuencias ajustables por el usuario.

Ejemplo de estos son el Compresor Multibanda de Steinberg y el C4 de Waves, los cuales están disponibles como plug-ins Direct X para Windows o (en el caso del C4) como plug-in RTAS y TDM para Pro Tools.

PUERTA DE RUIDO

Junto al Compresor y el Limitador constituyen el set más importante de procesadores dinámicos.

Su función es la de cortar cualquier señal cuya intensidad se encuentre por debajo de un nivel ajustado por el usuario, permitiendo eliminar ruidos de fondo (audibles especialmente en momentos donde la señal que se desea reproducir es muy débil o nula) o cortar sonidos de instrumentos que fueron captados por un micrófono destinado a captar otra fuente sonora.

Una puerta tendrá así dos estados: abierto (cuando la señal aplicada a los terminales de entrada supera un cierto nivel) y cerrado (cuando la señal no lo supera).

Algunos ejemplos concretos donde puede ser necesario aplicar este procesador: Cuando se sonoriza una batería, se ubican varios micrófonos para captar cada uno de los cuerpos individuales. Ya que todos los micrófonos se encuentran abiertos en el momento de la sonorización, el sonido de la caja (p. Ej.) será captado por todos ellos con distinta intensidad (y también con distintos retardos de tiempo ya que la distancias a esta son diferentes). Al momento de la mezcla será muy difícil entonces obtener un buen sonido para la caja por las interferencias que se producirán.

Si los micrófonos están bien posicionados, el sonido de la caja captado por aquellos destinados a otros componentes (Hi Hat, bombo, toms, etc.) será de menor nivel que el del sonido que se desea registrar, y podrá ser eliminada de estos aplicando puertas.

Una batería estándar está formada por: bombo, caja, hi hat, dos o tres tom, toms "flotantes", tom de pie, ride cymbal y un set mas o menos nutrido de otros platos (splash, crash, china, etc.). Cada uno de los componentes necesitará un micrófono, a los cuales se podrían aplicar puertas, especialmente en los toms, que habitualmente son tocados con menos frecuentemente en la canción y por lo tanto, la mayor parte del tiempo sus micrófonos captan sonidos de otros componentes. Donde es imposible aplicar compuertas es a los platos, por un lado, por que el sonido de los mismos presentan un decaimiento mas o menos largo, y por otro, por que en general son captados por un par de micrófonos ubicados sobre la cabeza del baterista (Overheads), que registran una imagen estéreo y no el sonido de cada uno por separado.

Otro caso típico es el de las guitarras con overdrive o distorsión. Estos tipos de efectos son generalmente muy comprimidos para dar sostenimiento al sonido, teniendo como efecto secundario la aparición de un ruido de línea de cierto nivel. Cuando el instrumentista está tocando este ruido se enmascara, pero en los espacios de silencio se vuelve muy notable. La puerta solucionará este problema.

A continuación se detallarán los parámetros habituales en las puertas:

Umbral (Threshold): nivel (en decibelios) por debajo del cual se cerrará la puerta, eliminando cualquier señal que no lo supere. Por el contrario, para niveles de señal superiores al del umbral la puerta se abrirá manteniéndose en ese estado hasta que se repita la condición anterior.

Algunas compuertas tienen dos niveles de umbral, uno para el cierre y otro para la apertura.

Tiempo de Ataque (Attack): tiempo (en milisegundos) que le toma a la puerta en abrirse una vez que el nivel de la señal supera el umbral. Si bien a primera vista esta respuesta debería ser lo mas rápida posible, hay casos donde un ataque muy brusco en la puerta puede modificar el transitorio de ataque de la señal (tal el caso de sonidos con ataques lentos)
Para sonidos con ataque bruscos (bombo, tambor, etc.) son necesarios tiempo de ataques rápidos, pero deben ser ajustados para cada caso en forma particular.

Tiempo de Relevo (Release): tiempo (en milisegundos) que tarda la puerta en cerrarse una vez que el nivel de la señal se reduce por debajo del umbral. Debe ser lo suficientemente rápido como para cortar cualquier señal que se desee eliminar y cuya aparición está muy próxima a la que se quiere conservar, pero lo suficientemente lento como para no cortar el decaimiento natural de esta última.

Tiempo de Mantenimiento (Hold): tiempo (en milisegundos) durante el cual la compuerta se mantendrá abierta, posteriormente a que la señal ve reducido su nivel por debajo del umbral. Si ésta situación se mantiene durante un tiempo mayor al del Tiempo de Relevo, se producirá el cierre de la puerta, actuando en ese caso el Tiempo de Relevo.

Este parámetro es muy útil cuando el nivel de señal se reduce y sobrepasa el de umbral durante cortos intervalos de tiempo (p. Ej. ataques sucesivos y rápidos de caja), en tal situación, la puerta tendería a cerrarse y a abrirse alternativamente generando la sensación de sonido entrecortado.

También puede ser necesario establecer algún tiempo de mantenimiento cuando el nivel de umbral es alto por la presencia de señales cuya intensidad es cercana a la de la que se desea conservar.

Debe tenerse en cuenta que el Tiempo de Mantenimiento y el de Relevo se suman, por lo cual, normalmente es difícil equilibrar las situaciones descritas para estos parámetros. Para el último de los casos enunciados (niveles de señal con intensidad próxima a la que se desea conservar), es muy útil que la compuerta se abra solamente por la acción de una señal, dentro de un rango específico de frecuencias, aquella donde la parte de señal que se desea conservar es más prominente. Para esto, es posible filtrar partes de la señal que pueden disparar la puerta en partes donde no es necesario, permitiendo mayor control sobre las funciones de este procesador.

A veces es posible aplicar una copia de la señal de entrada a un conector denominado "Trigger" en la propia puerta, habiendo previamente filtrado dicha señal. También es útil para esto utilizar la conexión "Side Chain" que puede estar presente en otras.

Instrumento	Radio	Tiempo de ataque	Tiempo de Relevo	Observaciones
Bombo	Entre 3 y 5:1	5 – 20 ms	Alrededor de 200 ms	Deberá tenerse en cuenta que tiempos de ataques más rápidos reducirán el ataque del propio instrumento, pero tiempos de ataque más lento comprimirán el decaimiento del sonido aumentando la sensación de impacto.
Tambor	Entre 3 y 4:1	5 – 10 ms	Alrededor de 150 ms	Esta configuración es útil para emparejar el sonido del tambor, pero variará sensiblemente según la performance del instrumentista
Hi Hat	Alrededor de 3:1	Menor a 10 ms	Alrededor de 100 ms	Debe tenerse en cuenta que el hi hat no tiene un gran rango dinámico y por lo tanto el radio de compresión no necesita ser muy grande, salvo para emparejar el sonido del hi hat abierto y cerrado. Además, en general los ataques suelen estar muy próximos entre sí, y por lo tanto el T. de relevo deberá ser el menor al de otros instrumentos.
Toms	Entre 3 y 4:1	5 – 10 ms	Alrededor de 150 ms	
Bajo	Entre 3 y 5:1	5 – 20 ms	Alrededor de 200 ms	Las mismas consideraciones que para el bombo
Voces	2 ó 3:1	Mayor a 10 ms	Alrededor de 250 ms	

TEMA 7

PROCESADORES DE EFECTOS.

Los efectos hay que verlos como un ingrediente que, bien utilizado puede hacer que nuestro sonido pase de bueno a sublime, y mal utilizado, de bueno a horrible (si de entrada es malo, trata de mejorarlo antes de añadirle nada). No por utilizar más efectos vas a sonar mejor; al contrario, corres el riesgo de que el efecto se convierta en defecto y la gente se empiece a marchar del concierto. Si quieres experimentar, adelante, pero si lo que quieres es reforzar tu sonido en determinados momentos y dotarlo de personalidad, es mejor que los utilices con cuidado.

Para utilizar efectos conviene tener en cuenta un par de cosas:

1.- Si nos movemos en un registro sonoro muy grave, los efectos como, por ejemplo la distorsión, pierdan brillo y, al mismo tiempo, sentido.

2.- Cuando el instrumento al que estamos aplicando efecto está sonando junto con otros instrumentos con registro parecido, el efecto tiende a perder peso y a enturbiar nuestro sonido, por lo que generalmente se aplica a instrumentos que destaquen.

3,- De todas formas, una vez tengamos claro el sonido que resulta al añadir un efecto dado, es bueno saber cómo funciona para saber qué es lo que estamos haciendo, para avanzar en una dirección o en otra según lo que vayamos buscando.

La ecualización como efecto

Un ecualizador nos permite alterar las diferentes frecuencias que componen un sonido. Dependiendo de la ecualización que usemos, haciendo resaltar unas u otras frecuencias, podemos hacer que el sonido que le estamos sacando al instrumento sea tan personal que se pueda considerar como un efecto.

La compresión como efecto

Un compresor reduce el rango dinámico de nuestra señal potenciando las notas más débiles y suavizando las que más suenan. El efecto que consigue es el de igualar las notas en intensidad, de forma que no haya altibajos de sonido.

Delay/Chorus/Flanger

Los he puesto juntos porque, aunque son distintos, parten de la misma base, que es el retardo de la señal acústica. Los circuitos de estos efectos duplican la señal y retardan electrónicamente una de ellas y luego recombinan las señales. La cantidad de retardo determina el tipo de efecto. Retardos más largos que 75 milisegundos producen eco (como es el caso del Delay); retardos cortos, entre 10-20 milisegundos producen efecto de Chorus, lo que nos hace sonar como dos o más instrumentos tocando al mismo tiempo; retardos por debajo de 10 milisegundos producen efecto de Flanger, en el que ciertas frecuencias son canceladas, con lo cual cambia ligeramente el tono de nuestra señal.

Wah-Wah

Nos permite cambiar la modulación de la señal completa que estamos produciendo, modulación que controlamos mecánicamente con un pedal. El efecto que consigue se parece bastante al Flanger, aunque el hecho de controlarlo con el pie nos permite alterarlo a nuestro gusto. El maestro por excelencia del pedal de Wah-Wah fue el guitarrista Jimi Hendrix. Concretamente su disco "Electric Ladyland" es un auténtico manual de usuario. A cualquiera que quiera investigar con el pedal de Wah-Wah le recomiendo un par de escuchas a este disco.

Distorsión

Un distorsionador añade altas frecuencias a nuestra señal. El resultado es un sonido más rasposo y crudo, el clásico sonido de las guitarras heavy-metal. Viene especialmente bien a la hora de potenciar los armónicos. En notas graves puede hacer sonar por ejemplo, un bajo eléctrico como si fuera sintetizado. La forma más directa de conseguir distorsión es con un pedal de distorsión (distorsionador), pero también la podemos conseguir con un amplificador de válvulas jugando con los controles de gain y volumen master. Los pedales llamados Overdrive o Heavy Metal no son otra cosa que distorsionadores.

Reverberancia

Visto en el tema anterior.

Paneos, usos comunes.

Visto en el tema anterior.

TEMA 8 y 9

MEZCLA MUSICAL. PLANO SONORO

Introducción

La mezcla es un proceso delicado y creativo. El objetivo es conseguir un reparto equilibrado de las frecuencias, volúmenes y planos de los instrumentos/voces de forma que la escucha sea agradable y/o apropiada a lo que se intenta transmitir con cada canción. Para ello se controla el espectro de cada instrumento (ecualización), la dinámica (volumen, compresión, expansión, limitación) y la profundidad (reverberación, retardo).

Hay varios factores a tener en cuenta, muy importantes, antes de adentrarnos en el proceso de la mezcla...

Muchas veces olvidados, los equipos de amplificación, reproducción y mezcla son los más importantes del sistema. El tener una correcta referencia es la mejor de las ayudas para determinar el sonido de una fuente sonora. Debido a que cada sistema de escucha es diferente y no existe ni recinto perfecto ni sistema de altavoces infalibles, salvo en los estudio, se hace especialmente importante el ajustar perfectamente nuestro equipo de sonido.

La colocación de los altavoces y las reflexiones en suelo, paredes y techo son factores muy importantes. Unos altavoces muy cerca de la pared sobrecargarán de graves tu escucha, de forma que las mezclas sonarán faltas de esas frecuencias. Así mismo, un recinto con reflexiones incontroladas creará eco o realzará alguna frecuencia.

Los efectos

Existen un grupo de efectos básicos y de su calidad dependerá en mayor o menor medida la calidad del resultado. Como ya se ha comentado anteriormente, los más importantes son la dinámica, ecualización y retardo/reverberación, imprescindibles para acometer cualquier mezcla. Debido al auge de la informática, cada vez mas se usan efectos de software, en la mayoría de las ocasiones para la voz, o una combinación de efectos tradicionales (electrónicos), y de software (pluging).

No existen reglas fijas sobre su uso, aunque veremos a lo largo del curso ajustes “estándar”.

Los efectos se pueden usar de dos formas, como inserción o como envío. En el primer caso el efecto sólo actúa sobre la señal de entrada (un canal o un grupo de ellos). En el segundo caso, puedes elegir de cada canal qué cantidad de esta debe ser afectada por el efecto mediante un control de envío.

Efectos de inserción suelen ser los compresores, la ecualización o distorsión. Efectos de envío suelen ser la reverberación, retardo (delay) o el Chorus, aunque insisto en que no hay reglas fijas.

El factor humano

La mezcla no es un proceso científico, depende del tipo de canción y del gusto del ejecutante. Además, hay otros factores importantes que influyen negativamente, como el cansancio auditivo. El entrenamiento es el arma más poderosa y, en tiempos en donde la tecnología está al alcance de todos, decisiva.

Preparación

Hay una serie de pasos útiles antes de comenzar una mezcla. En primer lugar es muy recomendable escuchar unos minutos de tu música favorita para ir "calibrando" tu audición con respecto al equipo de sonido del que dispongas. Esto es especialmente útil cuando el sistema a usar no es el habitual, o el montaje más complejo del que usualmente manejas.

Los canales a usar, deberían estar bien organizados dentro de la mesa de mezclas a utilizar.

Hoy en día todo el material, exceptuando el dirigido a televisión o cine, suele estar mezclado en estéreo. La experiencia dice sin temor a equivocarnos que se debe mezclar siempre en mono. La razón es que en mono es más sencillo ajustar la ecualización y equilibro de todas las pistas. Además, se ocupa todo el espectro antes, de forma que al volver al estéreo el sonido es más amplio y espacioso. Si se realiza el proceso directamente en estéreo, es más sencillo sobrecargar la mezcla. Una vez que se haya ajustado los volúmenes y el espectro, se puede continuar en estéreo y hacer las correcciones pertinentes.

Los pasos que voy a describir están orientados para una mezcla pop-rock más o menos estándar y pueden ser aplicados a todos los demás estilos. La mejor forma de aprender es trabajar con referencias, es decir, siguiendo estos pasos e ir buscando el sonido de un disco con sonido similar a lo que buscas.

La voz

Hay muchas formas de enfrentar una mezcla. Hay quien prefiere empezar por la percusión y otros por la voz. Aunque sueles cambiar el enfoque dependiendo del material a mezclar. Si se empieza por esta última, ecualizando, comprimiendo y ajustando todos los detalles hasta que suena de forma correcta y con un volumen más o

menos constante. Un poco de reverberación y retardo nunca le vienen mal, pero es algo que suelo añadir más adelante.

Un defecto importante es la silibancia, que se corrige con un *deeser*. El *deeser* es un compresor encadenado (side chain), en el que la señal de disparo es la misma de entrada filtrada para resaltar la silibancia. De esta forma, cuando se produce el defecto, actúa el compresor. La silibancia suele darse entre 5 y 8 Khz.

Cuando la voz va haciendo coros lo mejor es tener un subgrupo con todos los canales y comprimirlos y ecualizarlos juntos.

Panoramización: La voz principal debe ir siempre al centro. Los coros se suelen abrir en estéreo un poco, pero no demasiado.

Ecualización recomendada: un recorte de graves (filtro paso alto), sobre 200 con una curva suave para mejora la definición y entre 7.5 y 10 Khz. para darle brillo. En el caso de los coros, se puede cortar más arriba (400-500 Hz). Esto hará que se empasten mejor.

Dinámica: compresor, ratio de entre 2,5:1 a 4:1, con un ataque y desvanecimientos moderados. *Deeser* para corregir la silibancia.

Efectos recomendados: Reverberación tipo placas (Plate*)*, *predelay* 30 ms y tiempo de reverberación de 1.8 segundos. Recorte de graves de la reverberación hasta 400 Hz. Retardo estéreo sin realimentación (feedback*)*, con tiempos de 20 y 30 ms. La voz puede llevar otros retardos o reverberaciones a la vez, para adecuarla al estilo del tema.
La voz suele ser el elemento principal, por lo que es recomendable usar el mejor compresor y ecualizador disponible.

La percusión

En la mayoría de los estilos musicales, la percusión y el bajo son los elementos que llevan el peso de la canción y más concretamente la batería, por lo que será nuestro siguiente elemento a tener en cuenta.

La batería, acústica o electrónica, consta habitualmente de los siguientes elementos: bombo, caja, plato de charles (o hi-hat), timbales y platos, que suelen ser microfoneados individualmente (incluso con varios micrófonos, como la caja o el bombo). Además, cuando estamos mezclando una batería acústica contaremos con las señales de *overhead* (micros situados sobre la batería), ambiente (mono o estéreo).

Hay cientos de formas de mezclar una batería. La más sencilla empieza ajustando el bombo con la siguiente cadena:

Puerta de ruido -> EQ -> Compresor

La puerta de ruido sirve para cortar aislar los bombos y evitar que se cuele el resto de los instrumentos. No existen ajustes mágicos, pero se puede obtener mejor resultado si tiene una función de encadenado (side chain) ajustada para actuar sólo con las frecuencias graves.

Bombo

Panorama: Siempre al centro, para evitar el cambio de peso de la canción. Antiguamente, con el nacimiento del estéreo se situaba en alguno de los lados, muy abiertos. Hoy en día sólo se hace cuando se busca un sonido retro.

Ecualización: 80Hz es la zona de la pegada, por lo que se puede realzar si le falta. 250 Hz es una frecuencia bastante delicada, suele chocar con el bajo, por lo que se puede recortar si vemos problemas. 1 – 5 Khz. es ideal para darle presencia.

Dinámica: Puerta de ruido y compresor. El compresor debe tener ataque y decaimiento rápidos, con un ratio alrededor de 4:1.

Caja

La caja suele recogerse con dos micrófonos, uno para recoger la parte superior y otro para la bordonera y se tratan independientemente. Un detalle a tener en cuenta es la fase, pues a veces se producen cancelaciones entre los dos micros, por lo que habría que invertirla en uno de ellos. La cadena de efectos es la misma al bombo y el tratamiento de dinámica es similar.

Panorama: Al centro.

Ecualización: Cada caja es un mundo, pero hay frecuencias clave. 100 Hz para darle más cuerpo, entre 250 y 750 Hz para cajas que suenen acartonadas y 5 Khz. para darle brillo.

Dinámica: Puerta de ruido y compresor con valores similares a los del bombo.

Efectos: Un poco de reverberación brillante. En ciertos estilos se suele usar también una reverberación de tipo “gated” con un retardo de unos 40 ms. Este tipo de reverb se hizo popular gracias a la canción “In the air tonight” de Phil Collins. Consiste en una reverberación con una puerta de ruido, que corta la cola.

Timbales

Los timbales son bastante problemáticos debido a que esos micros recogen el resto del *set*. Parte del problema se resuelve mediante una puerta de ruido. Para el resto, el tratamiento es similar al de la caja.

Panorama: Se recrea la posición natural de los timbales.

Ecualización: 100 Hz para darle cuerpo. Recortar entre 300 y 750 Hz para evitar que los timbales suenen acartonados.

Efectos: Igual que la caja.

Overheads

Los *Overheads* toman la señal estéreo (o dos mono) que contiene el sonido de toda la batería desde arriba. Dependiendo de su colocación y del tipo del micro, lo contendrá de forma más o menos equilibrada, por lo que su utilidad es variada. En muchos casos se usa sólo para recoger el sonido de los platos (cortando graves hasta 1 Khz.) o para añadir ambiente al resto de los elementos, en combinación con los otros micros más lejanos.

Panorama: Totalmente abiertos o en estéreo.

Ecualización: Se pueden reforzar sobre 8 Khz. o más para darle más aire. Dependiendo de su uso, se suele cortar por debajo de 250 Hz para evitar cancelaciones de fase o más arriba si se quiere sólo los platos.

Dinámica: Un poco de compresión con ataque y decaimiento largos y no mucho más de 3:1 de ratio mejoran la dinámica.

Efectos: Nada o un poco de reverb.

Platos

Si tenemos micros individuales para cada plato y para el charles, podemos usarlas para reforzar los *Overheads.* Todos se tratan de forma similar: se recorta hasta 400 Hz y un poco de reverberación (si es necesaria).

Panorama: replicando su posición real.

Ecualización: Recorte hasta 400 Hz. Se puede reforzar entre 8 y 15 Khz. para darles más brillo o aire.

Dinámica: No precisan compresor en muchos casos, pero se puede hacer para controlar más la dinámica o añadir más sostenimiento.

Efectos: Nada o un poco de reverberación.

El bajo

El elemento conductor de la armonía y posiblemente uno de los más sencillos de mezclar. Es muy importante que la toma de sonido sea la correcta y aplicar una buena dosis de compresión durante la mezcla. Al contrario de lo que muchos piensan, no hay que recortar mucho en graves (a menos que sature, claro). Un refuerzo en 100 Hz para darle más cuerpo y entre 2 y 3 Khz. para darle más presencia en la mezcla. Importante no forzar sobre 250 Hz demasiado porque, aunque en unos altavoces pequeños suene mejor, ensuciaría la mezcla.

Panorama: Centrado, junto al bombo, la caja y la voz, son la base de la canción.

Ecualización: 100 Hz para darle más cuerpo. Entre 2 y 3 Khz. para darle más presencia.

Dinámica: Ataque y decaimiento largos. 4:1 de ratio es un buen punto de partida.

Efecto: Un poco de saturación de válvulas suele hacer mucho bien. En algunos estilos en los años 80 se le agregaba efecto de coro o Flanger, etc, que no le hace demasiado bien en la mayoría de los casos, exceptuando el wah-wah.

Las guitarras eléctricas

Debido a la diversidad de estilos y técnicas, sería muy difícil establecer reglas para colocarlas correctamente en la mezcla. Como norma general, se deben cortar por debajo de 150-200 Hz para evitar que choquen con el bajo y el bombo.

Panorama: Depende de su uso. Si son rítmicas y están dobles, se pueden usar totalmente panoramizadas. Si es un riff o un solo quizás al centro. Si va de acompañamiento a un lado. Demasiadas opciones.

Ecualización: El recorte de graves le viene bien. Si no, la mezcla se enturbia. El resto de los ajustes de EQ depende del estilo y pueden ir desde la famosa curva en V del metal hasta las guitarras funky llenas de medios.

Dinámica: Un poco de compresión, ataque y decaimiento medios y ratio sobre 2:1 a 3:1, facilitan su integración en la mezcla.

Efectos: De todo un poco.

Resto de instrumentos

En general, estos instrumentos van acompañando al resto, por lo que suelen estar recortados en graves para que empasten mejor en la mezcla y panoramizados fuertemente para no restarle peso a la canción, a excepción en los momentos en los que son solistas.

La mezcla

Tal como comentábamos, lo más importante de una mezcla es el equilibrio entre la voz y la parte rítmica, por lo que prestaremos especial atención al balance voz-bombo-caja-bajo que es donde reside la magia de la canción.

Una vez que están equilibrados, situamos el resto de los elementos de la batería exceptuando los micros generales de ambiente. Cuando todo suene a nuestro gusto, levantamos los *Overheads* poco a poco y se corrige el sonido del resto de los instrumentos para mantener el mismo equilibrio con la voz, momento para introducir el bajo y tener el corazón de la canción.

En este punto lo ideal es agregar las guitarras y darles el protagonismo deseado. Como hemos comentado antes, las guitarras rítmicas suelen ir fuertemente panoramizadas. Como estamos haciendo todo este proceso en mono, podremos comprobar la fuerza relativa de la suma de las guitarras en comparación con la base rítmica + voz. Después de introducir las guitarras, podremos introducir los teclados, colchones de cuerdas, etc, e ir recortando su espectro acomodándolos con la ecualización.

Cuando la mezcla suene correctamente y equilibrada, es el momento de escucharlo en estéreo. Notaremos cómo hay ciertos instrumentos, como las guitarras, que suenan demasiado alto y algunos efectos (reverberación y retardo, por ejemplo) suenan demasiado evidentes, por lo que procederemos a hacer las pertinentes correcciones, comprobándolas constantemente en mono para tener una mezcla coherente en ambos formatos.

Compresión en el master

Este es un tema muy peliagudo, pero lo cierto es que el sonido del compresor es el sonido de muchos estilos musicales, desde el *Rock* hasta el *Hip-Hop*. El motivo de mezcla con compresión es que el balance de los instrumentos suele ser bastante diferente al aplicarla, constituyendo a veces una desagradable sorpresa. Habitualmente no se usa.

TEMA 10. ELECTRICIDAD BASICA

CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD

Carga eléctrica:

Los antiguos griegos ya sabían que el ámbar frotado con lana adquiría la propiedad de atraer cuerpos ligeros. Hoy día decimos que el ámbar se ha electrizado, posee carga eléctrica, o que esta cargado eléctricamente.

Es posible comunicar carga eléctrica a cualquier sólido material frotándolo con otra sustancia. Unos materiales al frotarlos pierden "algo", mientras que otros ganan "algo".

La carga eléctrica puede ser positiva o negativa. Las palabras positiva y negativa son simplemente distinciones cómodas, sin ningún significado matemático.

Decimos que un cuerpo cargado negativamente ha adquirido alguna cosa, mientras que un cuerpo cargado positivamente ha perdido algo de la misma cosa.

Las cargas iguales se repelen y las cargas distintas se atraen. Estas fuerzas repulsivas o atractivas son fuerzas de origen eléctrico.

Las cargas eléctricas no se crean ni se destruyen, el proceso de adquirir carga eléctrica consiste en ceder "algo" de un cuerpo a otro, de modo que uno tenga un exceso y otro un déficit de ese "algo".

Hasta finales del siglo XIX no se descubrió que ese "algo" se compone de porciones muy pequeñas de electricidad negativa, llamadas en la actualidad electrones. Los electrones son uno de los constituyentes de la materia siendo su carga eléctrica expresada en culombios:

$$e = 1{,}601864 \times 10^{-19}\ C$$

Ley de Coulomb:

La fuerza de atracción o repulsión entre dos cargas puntuales es directamente proporcional al producto de sus cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

$$F = k \frac{q \times q'}{r^2}$$

La unidad de carga eléctrica es el Culombio y se define como la cantidad de carga que atraviesa por segundo la sección de un conductor por el que circula una corriente constante de un amperio.

El valor de la constante k determinado experimentalmente es de:

$$k = 8{,}98742 \times 10^{9} \frac{Nw \times m^2}{C^2}$$

Ahora bien, para la mayoría de nuestros cálculos el 8,987 lo redondeamos a 9.
La constante k también se puede indicar como k =1 / (4 x pi x E_0), siendo E_0=8,85E^{-12} $coul^2$ / Nw x m^2

Un culombio es la carga de unos 6×10^{18} electrones.

Campo eléctrico:

Sabemos que entre dos cuerpos cargados existe una fuerza eléctrica. Al igual que la gravitación universal, esta fuerza es de las de acción a distancia, y aparece sin que exista ninguna conexión material entre las cargas. (Nadie sabe por qué es esto posible). Pues bien, entendemos por campo eléctrico la zona del espacio donde están presentes fuerzas de origen eléctrico.

Se dice que existe un campo eléctrico en un punto si sobre un cuerpo cargado colocado en ese punto se ejerce una fuerza de origen eléctrico. Cualquier fuerza que se observe cuando el cuerpo está cargado y no exista cuando está descargado, es una fuerza de origen eléctrico.

Como la fuerza es una magnitud vectorial, también lo será el campo eléctrico, el cual tiene por tanto: modulo, dirección y sentido.
El valor del campo en cualquier punto, representado por E, se define como el cociente obtenido al dividir la fuerza F ejercida sobre un cuerpo de prueba colocado en el punto, por la cantidad de carga q´ del cuerpo de prueba. Es decir, el campo eléctrico es la fuerza por unidad de carga.

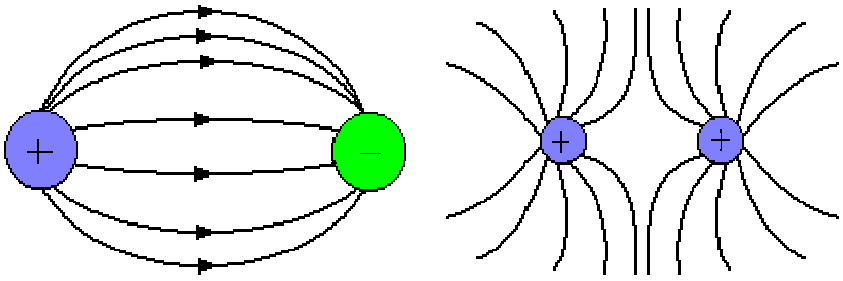
$$E = F/q'$$

El sentido del campo eléctrico en un punto es el mismo que el de la fuerza ejercida sobre una carga de prueba positiva colocada en el punto. La fuerza sobre una carga negativa, tal como un electrón, tiene sentido opuesto al del campo.

Se emplean varias expresiones para referirse al vector campo eléctrico en un punto como: intensidad del campo eléctrico, intensidad del campo o, simplemente, campo eléctrico.
La unidad de intensidad del campo eléctrico es Newton*culombio.
Como: $F= k (q*q´/ r^2)$ tendremos: $E= k (q / r^2)$ sabiendo que $k=1/(4*\pi*E_0)$
Si el campo se debe a varias cargas puntuales: $E= k * \sum (q/r^2)$ (suma vectorial)

Líneas de fuerza:

Líneas de fuerza en un campo eléctrico es una curva imaginaria dibujada de modo que su dirección en cualquier punto(es decir, la dirección de su tangente) coincida con la dirección del campo en ese punto.
Toda línea de fuerza de un campo eléctrico es continua y termina en una carga positiva en un extremo y en una carga negativa en el otro.
En cualquier punto del campo eléctrico, el campo puede tener solo una dirección, por tanto, las líneas de fuerza jamás se cortan.



Teorema de Gauss:

El número neto de líneas de fuerza que atraviesan una superficie cerrada cualquiera, hacia afuera, es igual a la carga neta positiva encerrada por la superficie:
Según el teorema de Gauss cuando un conductor está cargado el exceso de carga se encuentra enteramente en la superficie del conductor.

Energía potencial eléctrica:

Para separar una carga positiva de otra negativa hay que realizar cierto trabajo, y este trabajo puede recuperarse cuando se permite a las dos cargas aproximarse entre si. Cuando dos cargas distintas se separan, o dos cargas iguales se aproximan, aumenta la energía potencial del sistema y este cambio de energía potencial eléctrica, se define como el trabajo realizado para efectuar

la separación o la aproximación.
E.P.= k ((q x q´) / r), siendo k la constante vista en puntos anteriores.

Potencial eléctrico:

El potencial en un punto del campo eléctrico se define como energía potencial por unidad de carga.
El potencial se representa por la letra V, es una magnitud escalar y son julios por culombio.
El potencial de un julio por culombio recibe el nombr/e de voltio.
El potencial de un campo electrostático es de un voltio, si para traer una carga de un culombio desde el infinito al punto, venciendo las fuerzas del campo, es necesario realizar un trabajo de un julio.

Diferencia de potencial:

La diferencia de potencial entre dos puntos de un campo electrostático es la diferencia entre los potenciales de dichos puntos.

La diferencia de potencial entre dos puntos b y a es de un voltio, si es necesario realizar un trabajo de un julio por culombio contra las fuerzas del campo para mover una carga positiva desde a hasta b; esto es, b está a un potencial más elevado que a, si la energía potencial de una carga positiva es mayor en b que en a.
Normalmente en teoría de circuitos nos referimos a la diferencia de potencial como voltaje o tensión eléctrica.

Capacidad de un condensador:

Condensador: dos conductores próximos.
Se define la capacidad C de un condensador como la razón de la carga Q de cualquiera de los conductores a la diferencia de potencial V entre ellos:

La carga neta del condensador en su conjunto es, naturalmente, nula.
La carga del condensador se define como la carga de cualquiera de los

conductores sin tener en cuenta el signo.

La capacidad se expresa en culombios por voltio y se denomina Faradio.
Condensadores conectados en serie tienen todos la misma carga.
La capacidad total de condensadores conectados en serie es:

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_n} \qquad C_T = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

Condensadores conectados en paralelo tienen todos la misma diferencia de potencial.
La capacidad total de condensadores conectados en paralelo es igual a la suma de las capacidades de cada condensador

Intensidad:

Cuando se mantiene un campo eléctrico dentro de un conductor se produce un movimiento de cargas. Este movimiento constituye una corriente.

Si el campo tiene siempre el mismo sentido, aunque pueda variar la intensidad, la corriente se denomina continua. Si el campo se invierte periódicamente, el flujo de carga se invierte también, y la corriente es alterna.
Una intensidad de corriente de un culombio por segundo se denomina amperio.

Resistencia:

Es la proporcionalidad directa entre la diferencia de potencial ente los extremos de un conductor y la intensidad de la corriente que circula por él. (Ley de Ohm)

$$R = \frac{V}{I}$$

Se mide en Ohmios (letra Omega mayúscula Ω). La resistencia de un conductor es de un ohmio si la diferencia de potencial entre sus extremos es de un voltio cuando circula una intensidad de corriente de un amperio.

Potencia:

La potencia eléctrica viene definida por P = V * I, siendo su unidad el vatio (julios por segundo)

Ley de Joule:

En un material conductor con una resistencia constante la cantidad de calor producida por segundo es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad de la corriente.
P= i2*R (julios/segundo = vatios)
P= V2/R (vatios)
Para pasar de julios a calorías: 1 caloría = 4,186 julios.
El calor generado por una resistencia en calorías es: calorías = i^2 * R * 0,24 * tiempo.

Fuerza electromotriz (fem):

Cualquier dispositivo en el cual pueda tener lugar una transformación reversible entre energia eléctrica y otra forma de energia, se denomina generador de fuerza electromotriz.
El valor de la fuerza electromotriz de un generador se define como el trabajo por unidad de carga.
La unidad de la fem es el julio por culombio ó voltio. Aunque la fem y el potencial se pueden expresar en voltios, son conceptos diferentes.

Intensidad de corriente en un circuito serie resistivo:

Es igual a la suma de fuerzas electromotrices dividido por la suma de resistencias presentes en el circuito.
La corriente es igual al sumatorio de todas las fem dividido por la suma de todas las resistencias.

$$i = \frac{\sum f.e.m.}{\sum R}$$

Diferencia de potencial entre dos puntos a y b de un circuito serie:

Diferencia de potencial entre dos puntos a y b de un circuito serie: $V_{ab} = \Sigma R \cdot i - \Sigma f.e.m.$

Tensión en bornes de un generador:

Si el generador suministra corriente eléctrica entonces su tensión en bornes será $V_{ab} = f.e.m. - r \cdot i$ siendo r la resistencia interna del generador.

Si el generador absorbe corriente eléctrica entonces $V_{ab} = f.e.m. + r \cdot i$, en este caso tenemos una fuerza contraelectromotriz (fcem).

En un generador en vacío la tensión en bornes coincide con su fem.

Autoinducción:

Cuando circula una corriente por un circuito, esta corriente crea un campo magnético ligado al circuito, que varia al variar la corriente.

También sabemos que en un circuito se induce una fem siempre que aumente o disminuya el flujo magnético. Por tanto, en cualquier circuito que transporte una corriente variable se induce una fem a causa de la variación de su propio campo. Esta fem se denomina fuerza electromotriz autoinducida.

La autoinducción la designamos con la letra L y su unidad es el weber-vuelta por amperio y se denomina Henrio.

La autoinducción de un circuito depende de su tamaño, forma, número de espiras, materiales magnéticos, etc.

La autoinducción de un circuito puede considerarse como la fem autoinducida por unidad de variación de la intensidad de la corriente.
fem autoinducida = $-L*(^{di}/_{dt})$

La autoinducción de un circuito es de un Henrio si se induce en él una fem de un voltio cuando la corriente varía a razón de un amperio por segundo.

La causa de la fem autoinducida es un aumento o disminución de la intensidad de la corriente. Cuando la intensidad aumenta el sentido de la fem inducida es opuesto al de la corriente. Si la intensidad disminuye, la fem

inducida y la corriente son del mismo sentido. Es decir, la fem inducida se opone a la variación de corriente, y no a la corriente misma.

Establecimiento de corriente en un circuito RL alimentado en continua:

Forma de la corriente transitoria: $i = {}^{V}/_{R}\ (1-e^{-t(R/L)})$
Constante de tiempo: T = L/R
En un periodo de tiempo igual a la constante de tiempo (L/R) el circuito alcanza el 63% de la corriente final, al cabo de unas 5 veces la constante de tiempo la corriente alcanza el régimen permanente (I= V/R).
La ecuación de la desaparición de corriente es: $i = V/R(e^{-t*R/L})$

Establecimiento de corriente en un circuito RC alimentado en continua:

Forma de la tensión transitoria en bornes del condensador : $vc = V(1-e^{-t/RC})$
Constante de tiempo: T = RC
En un periodo de tiempo igual a la constante de tiempo (RC) el condensador alcanza el 63% de la tensión final, al cabo de unas 5 veces la constante de tiempo el condensador alcanza el régimen permanente (vc =V).
La ecuación de la desaparición de tensión en el condensador es: $vc = V\ (e^{-t/RC})$.

La frecuencia natural de las oscilaciones en un circuito LC es: $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC}}$
(Esta frecuencia es la de resonancia en un circuito RLC en corriente alterna)

Corriente alterna:

La fem de un alternador industrial es una señal sinusoidal de la forma $v = Vm*sen\ (\omega*t)$

Siendo ω el producto 2*π*f y se denomina frecuencia angular. Se designa, como ves, con la letra griega omega minúscula (ω).

En un alternador bipolar sencillo, la frecuencia angular es igual a la velocidad angular real del rotor, en radianes por segundo.

La frecuencia es el número de veces por segundo que se repite la señal, su unidad son ciclos por segundo o hertzios (hz).

El inverso de la frecuencia es el periodo T en segundos.

Impedancias:

Podemos considerar la impedancia, de una forma muy general, como la oposición de un elemento al paso de la corriente alterna. Se designa en general con la letra Z, y su unidad es el ohmio (Ω).
Impedancia de una resistencia pura (resistor): R
Impedancia de una autoinducción pura (bobina), se denomina reactancia inductiva: $XL=\omega*L$
Impedancia de una capacidad pura (condensador), se denomina reactancia capacitiva: $Xc=1/\omega*C$
La impedancia es una magnitud vectorial siendo su forma más general:
modulo: $Z= \sqrt{(R^2+ (XL-Xc)^2)}$
ángulo: $\alpha =arc\ tg\ ((XL-Xc)/R)$

Valor eficaz de la corriente alterna:

El valor eficaz de una corriente variable se define como el valor de una corriente constante que desarrollase la misma cantidad de calor en el mismo tiempo y en la misma resistencia.
Se designa con la letra U ó V para la tensión y con la letra I para la intensidad de corriente. También se conoce como valor RMS.
Para una corriente alterna sinusoidal $V\ (eficaz)=Vm/\sqrt{2}$. Siendo Vm el valor de pico

Observaciones:

La impedancia de una bobina aumenta con la frecuencia mientras que la del condensador disminuye con la frecuencia.

En corriente continua y en régimen permanente, un condensador se comporta como un circuito abierto, mientras que una bobina como un cortocircuito.
En corriente alterna en una bobina pura la tensión adelanta con respecto a la corriente en 90 grados.
En corriente alterna en un condensador puro la tensión se retrasa con respecto a la corriente en 90 grados.

ELECTRICIDAD Y SONIDO DIRECTO

Una vez repasadas de una forma somera las distintas magnitudes de las cuales depende toda instalación eléctrica, pasamos a ver su utilidad práctica a la hora de realizar una sonorización.

!!!!!!! SIN ELECTRICIDAD, NO HAY CONCIERTO !!!!!!!

Vista esta obviedad, vamos a identificar las distintas acometidas que nos podemos encontrar en un cuadro de suministro de electricidad.

A.- Acometida monofásica

Nos encontramos con tres conductores a los cuales nos debemos de conectar.

FASE (Cable normalmente negro, gris o marrón)

NEUTRO (Cable azul)

TIERRA (Cable amarillo con una línea verde)

En este caso, solo “tendríamos” que conectar esos tres cables, y dependiendo de la sección de los cables de la acometida, podremos requerir más o menos corriente para nuestro uso.

Caso 1: SECCION DEL CABLE……1,5 mm2

TENSION ENTRE FASE Y NEUTRO…….220 Volt.

INTENSIDAD……..16 Amp.

CONSUMO MAX.APROX… (220Volt x 16 A.)…3520 Wat.

B.- Acometida trifásica a 220 Voltios.

Nos encontramos con cuatro conductores a los cuales nos debemos de conectar.

FASE R (Cable normalmente negro, gris o marrón)

FASE S (Cable normalmente negro, gris o marrón)

FASE T (Cable normalmente negro, gris o marrón)

TIERRA (Cable amarillo con una línea verde)

En este caso, conectaríamos esos cuatro cables, a sus homólogos en nuestro cuadro de distribución, manteniendo si es posible, el mismo orden de fases. Esto a veces no se puede hacer debido a que las tres fases pueden venir con el cable del mismo color, no pudiendo identificar cada una de ellas. Existen cuadros de distribución que te indican si las fases están correctamente colocadas. Una vez identificadas, y dependiendo de la sección de dichos cables, sabremos de cuanta corriente disponemos.

Para poder calcular la suma de intensidades que circulan por las tres fases, teniendo en cuenta que estas se encuentran desfasadas entre ellas 120º, lo haremos sumando las intensidades que circularían por cada una de ellas, y lo tenemos que dividir por la " tangente de 120º ", cuyo resultado es de -1,73. El signo negativo solo nos indica la perdida de intensidad. Para los cálculos de potencia, no lo tendremos en cuenta.

Por ejemplo: 220 volt. x 3 fases / tan 120º = 381,5 volt.

Para los cálculos prácticos, lo redondeamos a 380 volt.

Caso 2: SECCION DEL CABLE……1,5 mm2

TENSION ENTRE FASE Y FASE…….220 Volt.

INTENSIDAD……..16 Amp.

CONSUMO MAX.APROX… (380Volt. x 16 A.). =6080 Wat.

C.- Acometida trifásica a 380 Voltios.

Nos encontramos con cinco conductores a los cuales nos debemos de conectar.

FASE R (Cable normalmente negro, gris o marrón)

FASE S (Cable normalmente negro, gris o marrón)

FASE T (Cable normalmente negro, gris o marrón)

NEUTRO (Cable azul)

TIERRA (Cable amarillo con una línea verde)

En este caso, conectaríamos esos cuatro cables, a sus homólogos en nuestro cuadro de distribución, manteniendo si es posible, el mismo orden de fases. Una vez identificadas, y dependiendo de la sección de dichos cables, sabremos de cuanta corriente disponemos.

Por ejemplo: 380 volt. x 3 fases / tan 120º = 658,9 volt.

Para los cálculos prácticos, lo redondeamos a 660 volt.

Caso 3: SECCION DEL CABLE……1,5 mm2

TENSION ENTRE FASE Y FASE…….380 Volt.

TENSION ENTRE FASE Y NEUTRO...220 Volt.

INTENSIDAD……..16 Amp.

CONSUMO MAX.APROX..(660Volt. x 16 A.).=10560 Wat.

COMO DISTRIBUIR LOS CONSUMOS

La distribución de todo el sistema eléctrico para alimentar tanto los controles como la amplificación, se deberá de hacer en función del tipo de alimentación del que cada aparato disponga.

Lo más habitual es que toda la electrónica de control, venga alimentada monofasicamente, con una tensión de 220 volt., mientras que las etapas de potencia, (dependiendo de esta), estén alimentadas trifasicamente con una tensión de 220 volt., o monofasicamente si su consumo es pequeño.

La forma de hacer que todos los aparatos estén conectados eléctricamente, y que no tengamos problemas con el suministro eléctrico, es hacer que todas las fases estén abasteciendo con la misma cantidad de corriente. Para ello es necesario que se realice un estudio previo de los consumos de cada aparato, e ir colocándolos de tal forma, que todas las fases se queden lo más equilibradas posible.

La mejor forma de realizar esta distribución, es hacer que a todos los puntos posibles donde se pueda necesitar suministro eléctrico, lleguen todas las fases, y es en el último tramo de esta cadena de distribución, donde independizamos cada una de ellas.

No existe una forma estandarizada de realizar esta distribución, ya que las posibles combinaciones de electrónica y amplificación son casi infinitas.

En lo concerniente al tipo de conectores a usar, al no existir un multiconector estandarizado para realizar la acometida, esta se realiza mediante bornas o fichas de empalme de distinto calibre.

Una vez que la electricidad corre por nuestro sistema, si podemos usar conectores y multiconectores estandarizados.

Veamos los mas usados.

CHUKO

Este conector es el más usado para dispositivos de poca potencia.

Dispone de 3 contactos, correspondientes al NUETRO, FASE Y TIERRA.

El mayor inconveniente que presenta es el de no poder colocarlo siempre correctamente en su relación entre tierra y fase, ya que puede ser colocado en 2 posiciones.

POWERCOM

Conector usado para alimentar dispositivos de poca potencia, pero con la ventaja que supone su sistema de anclaje, y la correcta disposición de sus contactos permanentemente.

IEC

Conector de alimentación estandarizado para la alimentación de toda la electrónica de control y para gran parte de la amplificación. Se puede comprobar que la disposición de sus contactos es constante.

CETAC

1,- *5 CONTACTOS. TRIFASICO*

Conector de potencia, con distintas posibilidades de capacidad de amperaje, 16 A, 32 A, 63 A y 125 A, con 5 contactos, para su conexionado a las tres FASES, al NEUTRO y a la TIERRA.

La posición de todos estos contactos es invariable.

2,- *3 CONTACTOS. MONOFASICO*

Conector de potencia, con distintas posibilidades de capacidad de amperaje, 16 A y 32 A, con 3 contactos, para su conexionado a una FASE, al NEUTRO y a la TIERRA.

La posición de todos estos contactos es invariable.

EJEMPLO DE DISTRIBUCION

En la imagen siguiente podemos ver un ejemplo de cuadro de distribución de electricidad formado por un conector cetac trifásico de 32 A como entrada de corriente, y sus distintas salidas, en este caso compuestas por tres conectores de salida cetac monofásico de 32 A, y tres conectores chuco de 16 A.

Se puede comprobar también como el cuadro de distribución dispone de sus correspondientes protecciones contra cortocircuito y sobrecarga.

El hecho de que disponga de todas estas salidas, 3 cetac mas 3 chucos, no significa que todas puedan ser usadas simultáneamente, simplemente nos da la posibilidad de poder usar una u otra.

TEMA 18

Acústica Arquitectónica

Introducción

La **Acústica Arquitectónica** estudia los fenómenos vinculados con una propagación adecuada, fiel y funcional del sonido en un recinto, ya sea una sala de concierto o un estudio de grabación. Esto involucra también el problema del aislamiento acústico.

Las habitaciones o salas dedicadas a una aplicación determinada (por ejemplo para la grabación de música, para conferencias o para conciertos) deben tener cualidades acústicas adecuadas para dicha aplicación. Por **cualidades acústicas** de un recinto entendemos una serie de propiedades relacionadas con el comportamiento del sonido en el recinto, entre las cuales se encuentran las reflexiones tempranas, la reverberación, la existencia o no de ecos y resonancias, la cobertura sonora de las fuentes, etc.

Ecos

El fenómeno más sencillo que tiene lugar en un ambiente con superficies reflectoras del sonido es el **eco**, consistente en una única reflexión que retorna al punto donde se encuentra la fuente unos **100 ms** (o más) después de emitido el sonido. Se produce después de un tiempo **t** relacionado con la distancia **d** a la superficie más próxima por la expresión:

$$t = \frac{2d}{c}$$

donde **c** es la velocidad del sonido, es decir **340 m/s**. El factor **2** se debe a que el sonido recorre de ida y de vuelta la distancia entre la fuente sonora y la superficie. De esta fórmula se deduce que para tener un eco la superficie más próxima debe estar a unos **17m.** Cuando hay *dos* paredes paralelas algo distantes se puede producir un eco repetitivo.

Reflexiones tempranas

Cuando la fuente sonora está rodeada por varias superficies (suelo, paredes, techo) un oyente recibirá el sonido directo, y además el sonido reflejado en cada pared. Las primeras reflexiones recibidas, que se encuentran bastante separadas en el tiempo, se denominan **reflexiones tempranas**. Esta situación se ilustra en la **Figura 4.1**.

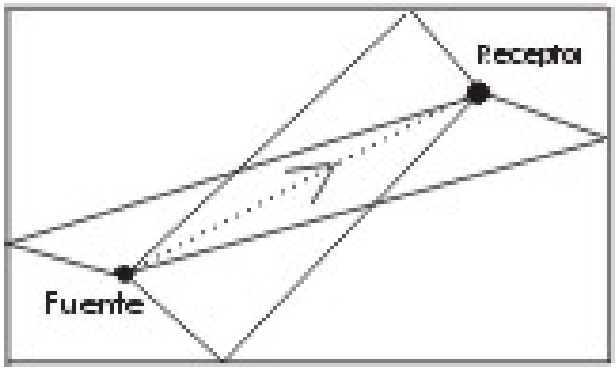


Figura 4.1. En línea de puntos, el sonido directo. En líneas llenas, algunas de las primeras reflexiones o **reflexiones tempranas**.

En salas no demasiado grandes, las primeras reflexiones está bastante cerca en el tiempo unas de otras, de manera que no se llegan a percibir como eco.

Ambiencia

La distribución en el tiempo de las reflexiones tempranas crea la sensación de **ambiencia**, es decir la sensación que permite al oyente identificar auditivamente el espacio en el que se encuentra. Las personas no videntes desarrollan una especial habilidad para interpretar la información espacial contenida en la ambiencia.

Arquitectónicamente, el control de la ambiencia se puede lograr mediante un cuidadoso diseño que involucra trazar, sobre un plano de la sala, "rayos" acústicos similares a los de la **Figura 4.1**, medir cuidadosamente sus recorridos, y de allí determinar los tiempos de llegada de las correspondientes reflexiones. Hoy en día este trabajo se realiza con la ayuda de ordenadores y programas adecuados.

Absorción sonora

Las superficies de un recinto reflejan sólo parcialmente el sonido que incide sobre ellas; el resto es absorbido. Según el tipo de material o recubrimiento de una pared, ésta podrá absorber más o menos el sonido, lo cual lleva a definir el **coeficiente de absorción sonora**, abreviado con la letra griega α (alfa), como el cociente entre la energía absorbida y la energía incidente:

$$\alpha = \frac{E_{absorbida}}{E_{incidente}}$$

El coeficiente de absorción tiene una gran importancia para el comportamiento acústico de un ambiente, y por esa razón se han medido y tabulado los coeficientes de absorción para varios materiales y objetos. En general, los materiales duros, como el hormigón o el mármol, son muy reflectores y por lo tanto poco absorbentes del sonido, y en cambio los materiales blandos y porosos, como la lana de vidrio, son poco reflectores y por consiguiente muy absorbentes.

En la **Tabla 4.1** se dan los valores de α para varios materiales típicos de construcción, objetos y personas (ya que las personas también absorben el sonido). Se proporcionan para varias frecuencias, ya que α depende bastante de la frecuencia. En general la absorción aumenta con la frecuencia, debido a que para frecuencias altas la longitud de onda es pequeña y entonces las irregularidades de la superficie o el propio espesor del material son más comparables con la longitud de onda. En algunos casos, sin embargo, algún fenómeno de resonancia entre el material y la pared puede mejorar la absorción en bajas frecuencias.

Tiempo de reverberación

Después del periodo de las reflexiones tempranas, comienzan a aparecer las reflexiones de las reflexiones, y las reflexiones de las reflexiones de las reflexiones, y así sucesivamente, dando origen a una situación muy compleja en la cual las reflexiones se densifican cada vez más. Esta permanencia del sonido aún después de interrumpida la fuente se denomina **reverberación**.

Ahora bien; en cada reflexión, una parte del sonido es absorbido por la superficie, y otra parte es reflejada. La parte absorbida puede transformarse en minúsculas cantidades de calor, o propagarse a otra habitación vecina, o ambas cosas. La parte reflejada mantiene su carácter de sonido, y viajará dentro del recinto hasta encontrarse con otra superficie, en la cual nuevamente una parte se absorberá y otra parte se reflejará.

El proceso continúa así hasta que la mayor parte del sonido sea absorbido, y el sonido reflejado sea ya demasiado débil para ser audible, es decir, se extinga.

Para medir cuánto demora este proceso de extinción del sonido se introduce el concepto de **tiempo de reverberación**, **T**, técnicamente definido como *el tiempo que demora el sonido en bajar* **60 dB** *por debajo de su nivel inicial* (se ha elegido **60 dB** porque con esa caída se tiene la sensación de que el sonido se ha extinguido completamente).

En algunas publicaciones se suele representar también este valor con el símbolo **RT60**, formado por la sigla en inglés de *reverberation time* (tiempo de reverberación), seguida por la referencia a los **60 dB**. Otra abreviatura es **T60**.

Como ejemplo, si al interrumpir un sonido de **90 dB** éste se reduce a **30 dB** en **3 s**, entonces será **T = 3 s**. Salvo para sonidos inicialmente muy intensos, antes de caer **60 dB** el sonido se vuelve inaudible por quedar enmascarado por el ruido de fondo o ruido ambiente.

El tiempo de reverberación depende de cuán absorbentes sean las superficies de la sala. Así, si las paredes son muy reflectoras (es decir que reflejan la mayor parte del sonido que llega a ellas), se necesitarán *muchas reflexiones* para que se extinga el sonido, y entonces **T** será grande. Si, en cambio, son muy absorbentes, en cada reflexión se absorberá una proporción muy alta del sonido, por lo tanto en unas pocas reflexiones el sonido será prácticamente inaudible, por lo cual **T** será pequeño. Dado que los materiales duros, como el hormigón o los azulejos, son poco absorbentes del

sonido, un ambiente con paredes de este tipo tendrá un tiempo de reverberación largo. Una sala cubierta con materiales absorbentes como cortinados, alfombras, etc., por el contrario, tendrá un tiempo de reverberación corto.

Material	Coeficiente de absorción α a la frecuencia					
	125	250	500	1.000	2.000	4.000
Hormigón sin pintar	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04
Hormigón pintado	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Ladrillo visto sin pintar	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
Ladrillo visto pintado	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Revoque de cal y arena	0,04	0,05	0,06	0,08	0,04	0,06
Placa de yeso (Durlock) 12 mm a 10 cm	0,29	0,10	0,05	0,04	0,07	0,09
Yeso sobre metal desplegado	0,04	0,04	0,04	0,06	0,06	0,03
Mármol o azulejo	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Madera en paneles (a 5 cm de la pared)	0,30	0,25	0,20	0,17	0,15	0,10
Madera aglomerada en panel	0,47	0,52	0,50	0,55	0,58	0,63
Parquet	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07
Parquet sobre asfalto	0,05	0,03	0,06	0,09	0,10	0,22
Parquet sobre listones	0,20	0,15	0,12	0,10	0,10	0,07
Alfombra de goma 0,5 cm	0,04	0,04	0,08	0,12	0,03	0,10
Alfombra de lana 1,2 kg/m^2	0,10	0,16	0,11	0,30	0,50	0,47
Alfombra de lana 2,3 kg/m^2	0,17	0,18	0,21	0,50	0,63	0,83
Cortina 338 g/m^2	0,05	0,04	0,11	0,17	0,24	0,35
Cortina 475 g/m^2 fruncida al 50%	0,07	0,31	0,49	0,75	0,70	0,60
Espuma de poliuretano (Fonac) 35 mm	0,11	0,14	0,36	0,82	0,95	0,97
Espuma de poliuretano (Fonac) 50 mm	0,15	0,25	0,50	0,94	0,92	0,99
Espuma de poliuretano (Fonac) 75 mm	0,17	0,44	0,99	1,03	1,00	1,03
Espuma de poliuretano (Sonex) 35 mm	0,06	0,20	0,45	0,71	0,95	0,89
Espuma de poliuretano (Sonex) 50 mm	0,07	0,32	0,72	0,88	0,97	1,01
Espuma de poliuretano (Sonex) 75 mm	0,13	0,53	0,90	1,07	1,07	1,00
Lana de vidrio (fieltro 14 kg/m^3) 25 mm	0,15	0,25	0,40	0,50	0,65	0,70
Lana de vidrio (fieltro 14 kg/m^3) 50 mm	0,25	0,45	0,70	0,80	0,85	0,85
Lana de vidrio (panel 35 kg/m^3) 25 mm	0,20	0,40	0,80	0,90	1,00	1,00
Lana de vidrio (panel 35 kg/m^3) 50 mm	0,30	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00
Ventana abierta	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Vidrio	0,03	0,02	0,02	0,01	0,07	0,04
Panel cielorraso Spanacoustic (Manville) 19 mm	–	0,80	0,71	0,86	0,68	–
Panel cielorraso Acustidom (Manville) 4 mm	–	0,72	0,61	0,68	0,79	–
Panel cielorraso Prismatic (Manville) 4 mm	–	0,70	0,61	0,70	0,75	–
Panel cielorraso Profil (Manville) 4 mm	–	0,72	0,62	0,69	0,78	–
Panel cielorraso fisurado Auratone (USG) $^3/_4$"	0,34	0,36	0,71	0,85	0,68	0,64
Panel cielorraso fisurado Cortega (AWI) $^3/_4$"	0,31	0,32	0,51	0,72	0,74	0,77
Asiento de madera (0,3 m^2/asiento)	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
Asiento tapizado grueso (0,3 m^2/asiento)	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Personas en asiento de madera (0,3 m^2/persona)	0,34	0,39	0,44	0,54	0,58	0,58
Personas en asiento tapizado (0,3 m^2/persona)	0,53	0,51	0,51	0,58	0,58	0,59
Personas de pie (0,3 m^2/persona)	0,25	0,44	0,59	0,58	0,62	0,58

Tabla 4.1. Coeficientes de absorción de diversos materiales
en función de la frecuencia (según varias fuentes).
Los valores no suministrados no estaban disponibles.

La propiedad anterior se puede expresar por medio de una fórmula, denominada **fórmula de Sabine**, en honor al físico norteamericano que la obtuvo a principios de este siglo. Según dicha fórmula el tiempo de reverberación **T** puede calcularse como:

$$T = 0{,}161 \times \frac{V}{\alpha \times S}$$

donde **V** es el volumen de la habitación en **m3**, **S** es el área de su superficie interior total en **m2**, y α es el coeficiente de absorción sonora, ya definido como la fracción de la energía sonora incidente que es absorbida por las superficies de la habitación.

Como ejemplo, supongamos una sala rectangular de **4 m** de ancho, por **6 m** de largo, por **3 m** de alto. Entonces

$$\mathbf{S = 4 \times 3 + 4 \times 3 + 6 \times 3 + 6 \times 3 + 4 \times 6 + 4 \times 6 = 108\ m2}$$

$$\mathbf{V = 4 \times 3 \times 6 = 72\ m3}$$

Si α **= 0,1** (las superficies absorben el **10%** de la energía sonora incidente), resulta

$$\mathbf{T = 0{,}161 \times \frac{72}{0{,}1 \times 108} = 1{,}07\ s}$$

Dado que, según vimos, los coeficientes de absorción α dependen de la frecuencia, resulta también que el tiempo de reverberación depende de la frecuencia.

En general, los recintos están formados por diversos materiales, cuyos coeficientes de absorción no tienen por qué ser iguales. Si una sala tiene una parte **S1** de su superficie con coeficiente α**1**, otra parte **S2** con coeficiente α**2**, ... y por último una parte **Sn** con coeficiente α**n**, entonces

$$\mathbf{T = 0{,}161 \times \frac{V}{\alpha 1 \times S1 + \alpha 2 \times S2 + \ldots\ldots + \alpha n \times Sn}}$$

Por ejemplo, si en el caso anterior las paredes tienen α **= 0,1**, en tanto que el techo
tiene un cielorraso acústico con α **= 0,6** y el piso α **= 0,15**, resulta

$$\mathbf{T = 0{,}161 \times \frac{72}{0{,}1 \times 60 + 0{,}6 \times 24 + 0{,}15 \times 24} = 0{,}48\ s}$$

Vemos cómo el uso del cielorraso acústico redujo considerablemente el tiempo de reverberación.

Tiempo de reverberación óptimo

Varias investigaciones realizadas evaluando las acústicas de las mejores salas del mundo (según la opinión de las audiencias o usuarios y de expertos) han revelado que para cada finalidad existe *un tiempo de reverberación óptimo*, que aumenta al aumentar el volumen en **m3** de la sala. En la **Figura 4.2** se muestra el resultado de

uno de estos estudios. Debe aclararse que *no hay coincidencia* entre los resultados presentados por diversos investigadores, aunque cualitativamente son similares.

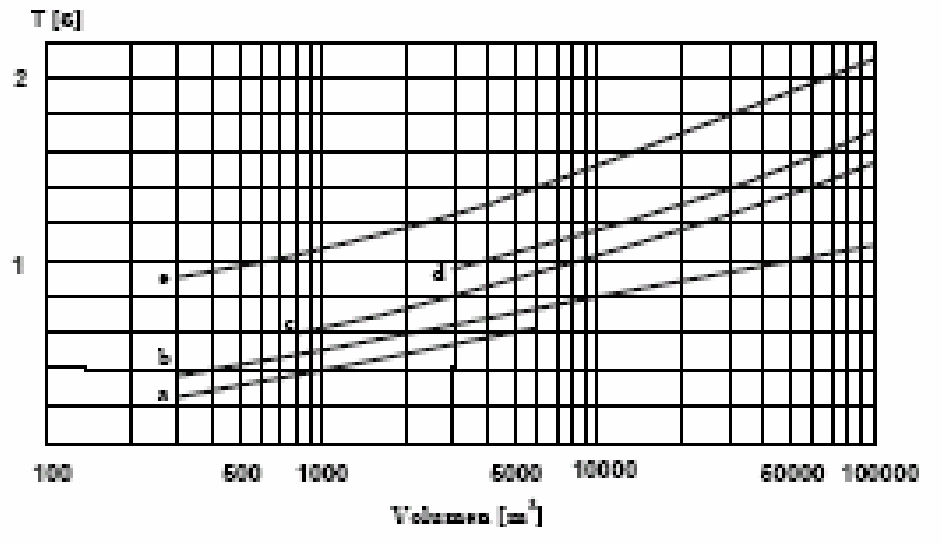


Figura 4.2. Tiempo de reverberación óptimo en función del volumen de una sala (según L. L. Beranek). **(a)** Estudios de radiodifusión para voz. **(b)** Salas de conferencias. **(c)** Estudios de radiodifusión para música. **(d)** Salas de conciertos. **(e)** Iglesias.

En general, se observa que la palabra requiere menores tiempos de reverberación que la música, debido a que la parte más significativa de la palabra son las consonantes, que son a la vez débiles y más cortas que las vocales. En consecuencia, con un tiempo de reverberación alto las vocales se prolongan demasiado, enmascarando a las consonantes que les siguen, lo que reduce la inteligibilidad de la palabra. La música, por el contrario, *se beneficia* con un tiempo de reverberación considerable, ya que éste permite empalmar mejor los sonidos y disimular pequeñas imperfecciones de ejecución, a la vez que aporta una espacialidad que es deseable en la música.

Como ejemplo de aplicación, supongamos un pequeño teatro de **10 m** de ancho por **12 m** de fondo por **6 m** de altura, que va a ser utilizado para obras de teatro. El volumen de la sala será:

$$\mathbf{V = 10 \times 12 \times 6 = 720\ m3}\ ,$$

lo cual significa, eligiendo la curva **b** de la **Figura 4.2**, que el tiempo de reverberación óptimo será de **0,45 s.** De la fórmula del tiempo de reverberación es posible calcular el valor de α necesario para obtener este tiempo óptimo:

$$\alpha = 0{,}161 \times \frac{V}{T \times S}$$

Teniendo en cuenta que

$$\mathbf{S = 12 \times 10 + 12 \times 10 + 12 \times 6 + 12 \times 6 + 10 \times 6 + 10 \times 6 = 504\ m2}\ ,$$

Resulta:

$$\alpha = \mathbf{0{,}161\ x\ \frac{720}{0{,}45\ x\ 504} = 0{,}51}$$

Este valor es bastante elevado, lo cual significa que el tratamiento acústico resultará costoso, situación bastante común en la arquitectura acústica. El tratamiento acústico suele ser *casi tan costoso como la construcción del edificio*.

Campo sonoro directo y reverberante

Un segundo elemento que interviene en la acústica de un ambiente es cómo se distribuye en él el **campo sonoro**. Por **campo sonoro** se entiende el valor que adquiere la presión sonora en cada punto del espacio. A los efectos del análisis, el campo sonoro se divide en dos componentes: el **campo directo** y el **campo reverberante**. El **campo directo** contiene la parte del sonido que acaba de ser emitido por la fuente, y que por lo tanto *aún no experimentó ninguna reflexión*, y el **campo reverberante**, en cambio, incluye el sonido *después de la primera reflexión*.

Estas dos componentes tienen comportamientos muy diferentes. El campo directo disminuye con la distancia a la fuente, y lo hace a razón de **6 dB** por cada duplicación de la distancia. Así, si a **1 m** de una fuente sonora se mide un nivel de presión sonora de **80 dB**, a **2 m** (el doble de **1 m**) tendremos **74 dB**; a **4 m** (el doble de **2 m**) habrá **68 dB**; a **8 m** (el doble de **4 m**) existirá un campo directo de **62 dB**, y así sucesivamente.

El campo reverberante, en cambio, es *constante* en los ambientes cerrados, como habitaciones, salas y otros recintos. Esto se debe a que el sonido sufre multitud de reflexiones, y todas ellas se superponen entre sí, resultando una *distribución prácticamente uniforme* del sonido.

En el descampado, donde el sonido puede propagarse libremente sin que se produzcan reflexiones, *sólo existe la componente de campo directo*. Por esta razón, el nivel de presión sonora disminuye rápidamente con la distancia. Así, una persona hablando normalmente a **50 m** se escuchará sólo muy débilmente. En un ambiente cerrado, en cambio, si bien muy cerca de la fuente predomina el campo directo, a cierta distancia predomina el campo reverberante.

En la **Figura 4.3** se ilustran ambas componentes de la presión sonora y el campo sonoro resultante de la superposición de ambas. Existe una distancia denominada **distancia crítica** que limita las regiones en las que predomina uno u otro

campo. Para distancias menores que la distancia crítica, predomina el campo directo, y para distancias mayores, predomina el campo reverberante. Por esta razón se suele denominar también **campo cercano** y **campo lejano** a las componentes directa y reverberante.

Una característica del campo directo es que es bastante **direccional**, mientras que el campo reverberante es **difuso**, es decir **adireccional**. Por esta razón, en un teatro, cerca del escenario se percibe claramente la procedencia de los sonidos, pero más lejos no tanto (aunque por efecto Haas, el sonido directo, que llega siempre primero, permite percibir la dirección del sonido aún con un importante campo reverberante).

El campo reverberante permite explicar por qué dentro de una habitación los sonidos se perciben con mayor sonoridad que en un ámbito abierto. En éste último sólo existe el campo directo. En una habitación el sonido se ve *reforzado* por el campo reverberante, que *acumula la energía sonora que no es absorbida en las reflexiones*. En el descampado, al no haber reflexiones, la energía sonora simplemente se aleja continuamente de la fuente, *sin posibilidad de acumularse*.

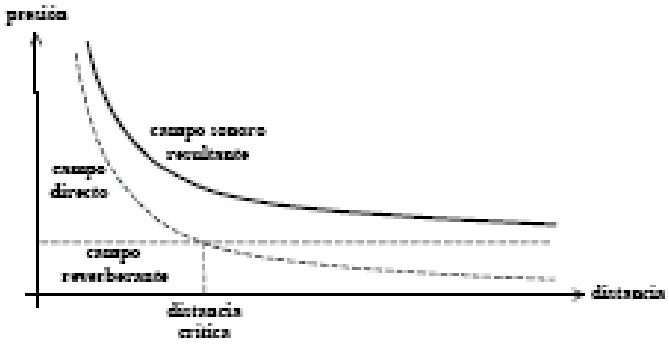


Figura 4.3. Campo directo y campo reverberante. Se indica también la distancia crítica, que limita las regiones donde predomina una u otra componente del campo sonoro.

De la discusión anterior se desprende que el campo reverberante será tanto mayor cuanto más reflectoras del sonido sean las superficies de un ambiente (o, lo que es lo mismo, cuanto menor sea el coeficiente de absorción), ya que en ese caso será mayor la energía acumulada. Como también el tiempo de reverberación aumenta cuando aumenta la reflexión, resulta que *a mayor tiempo de reverberación, mayor campo reverberante*.

Esto explica por qué en los ambientes con paredes duras, como los gimnasios, a igualdad de la fuente el nivel sonoro es tan alto. A esto se agrega el hecho de que el campo reverberante tiende a enmascarar el habla, por lo que la gente inconscientemente sube la voz para aumentar el campo directo, y poder comunicarse por lo menos con las personas más próximas. Esto a su vez incrementa el campo reverberante, pues significa más energía sonora para acumular en el ambiente.

Resonancias

En las salas pequeñas, aparece un tercer elemento que incide en la calidad acústica, que son las **resonancias** o **modos normales de vibración**. Esto sucede como consecuencia de las reflexiones sucesivas en paredes opuestas. Si en una habitación se genera una onda sonora que viaja perpendicularmente a dos paredes enfrentadas, al reflejarse en una de ellas lo hará también perpendicularmente, de modo que volverá sobre sí misma y posteriormente se reflejará en la pared opuesta. Así, se generará lo que se denomina una **onda estacionaria**, es decir una onda que va y vuelve una y otra vez entre las dos paredes. Esta onda es, de hecho, una onda sonora que se escuchará precisamente como un sonido. Si la distancia entre las dos paredes es **L**, la longitud de tal onda es **2·L**, y por consiguiente deberá cumplirse (según lo visto en la sección 1.1) que:

$$2 \times L = \frac{c}{f}$$

donde **c** es la velocidad del sonido (**345 m/s**) y **f** la frecuencia del sonido resultante. De aquí se puede obtener la frecuencia, que resulta ser:

$$f = \frac{c}{2 \times L}$$

Como ejemplo, supongamos que las paredes distan unos **3 m** entre sí. Entonces

$$f = \frac{345}{2 \times 3} = 57{,}5 \text{ Hz}$$

que corresponde al **si bemol** casi **3** octavas por debajo del **la central** (**LA 440 Hz**). Esta es sólo una de las muchas **frecuencias de resonancia** que puede tener esta sala. Otras corresponden a los armónicos de esa nota (es decir los múltiplos de **57,5 Hz**, como **115 Hz**, **172,5 Hz**, etc.).

¿Qué consecuencias tiene esto para las condiciones acústicas del recinto? Las resonancias se ponen de manifiesto cuando aparece un sonido de igual o similar frecuencia.

Por ejemplo, si un bajo ejecuta esta nota, la acústica de la habitación parecerá amplificar dicho sonido, en desmedro de los otros sonidos. A esto se agrega que para las frecuencias de resonancia el tiempo de reverberación es mucho más prolongado, por lo cual dicha nota se prolongará más que las otras. Esto se considera un defecto acústico importante. Entre las posibles soluciones, están: a) evitar las superficies paralelas, que favorecen las resonancias, b) agregar absorción acústica que reduzca el

tiempo de reverberación, c) ecualizar el sistema de sonido de modo de atenuar las frecuencias próximas a la resonancia o resaltar las otras frecuencias.

Las resonancias rellenan el espectro musical, lo cual favorece el canto solista, es decir las melodías sencillas y no demasiado rápidas. Por ese motivo resulta agradable cantar en el baño (especialmente para la voz masculina). Es un ambiente pequeño, y por lo tanto con resonancias notorias. Sin embargo, desde el punto de vista de la escucha de la música, no resulta tan agradable, porque distorsiona lo que se quiere escuchar.

Otra consecuencia de las resonancias es que la **difusión** del sonido no es satisfactoria, es decir que la distribución espacial del mismo no es uniforme: en algunos puntos el nivel sonoro es mucho mayor que en otros, siendo la diferencia mayor que la atribuible al campo directo.

A medida que crece el tamaño de una habitación, las resonancias tienden a estar cada vez más próximas entre sí, y se transforman en reverberación, mejorando también la difusión. Lo mismo sucede cuando la forma de la sala es irregular.

En el diseño de pequeñas salas o estudios de grabación o ensayo es primordial prestar atención a los problemas de difusión y de resonancias. Las siguientes son algunas recomendaciones:

1) Evitar las simetrías. Si la habitación tiene forma rectangular, las aristas deberían ser todas de diferente longitud (la forma cúbica de algunas habitaciones es particularmente deficiente desde el punto de vista acústico). Algunas proporciones satisfactorias son **1 : 1,14 : 1,39**, **1 : 1,28 : 1,54** y **1 : 1,6 : 2,23**.

2) Si es posible, evitar los paralelismos. Esto puede lograrse inclinando una o dos paredes, e inclusive el cielorraso.

3) En casos severos, recubrir con material absorbente una de cada par de paredes paralelas, o mejor aún (aunque es una solución más costosa), colocar algunas baldosas difusoras disponibles comercialmente (por ejemplo las RPG).

Materiales absorbentes acústicos

Los materiales de construcción y los revestimientos tienen propiedades absorbentes muy variables. A menudo es necesario, tanto en salas de espectáculo como en estudios de grabación y monitoreo realizar tratamientos específicos para optimizar las condiciones acústicas. Ello se logra con materiales absorbentes acústicos, es decir materiales especialmente formulados para tener una elevada absorción sonora.

Existen varios tipos de materiales de esta clase. El más económico es la lana de vidrio, que se presenta en dos formas: como fieltro, y como panel rígido. La absorción aumenta con el espesor, y también con la densidad. Permite absorciones sonoras muy altas. El inconveniente es que debe ser separada del ambiente acústico mediante paneles protectores cuya finalidad es doble: proteger la lana de vidrio de las

personas, y a las personas de la lana de vidrio (ya que las partículas que se podrían desprender no sólo lastiman la piel sino que al ser respiradas se acumulan irreversiblemente en los pulmones, con el consecuente peligro para la salud). Los protectores son en general planchas perforadas de Eucatex u otros materiales celulósicos. Es de destacar que salvo las lanchas perforadas de gran espesor, no tienen efecto propio en la absorción, por lo tanto las planchas perforadas aplicadas directamente sobre la pared son poco efectivas.

Otro tipo de material son las espumas de poliuretano (poliéster uretano, y poliéter uretano) o de melamina. Son materiales que se fabrican facetados en forma de cuñas anecoicas (**Figura 4.4**a). Esta estructura superficial se comporta como una *trampa de sonido*, ya que el sonido que incide sobre la superficie de una cuña se refleja varias veces en esa cuña y en la contigua. El resultado es un aumento de la superficie efectiva de tres veces o más (**Figura 4.4**b).

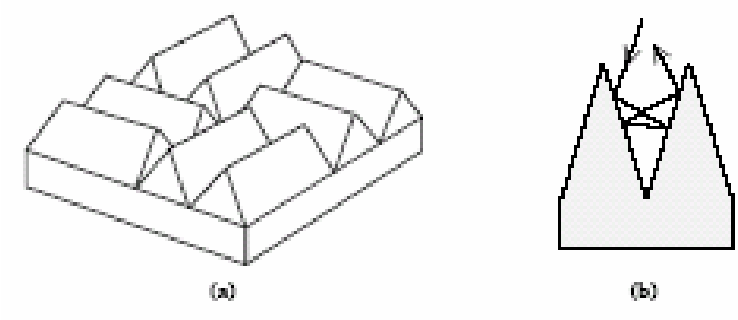


Figura 4.4. (a) Una muestra de material absorbente a base de espumas poliuretánicas con terminación superficial en cuñas anecoicas.
(b) Mecanismo por el cual las cuñas anecoicas logran gran absorción sonora.

Para tratamiento acústico de cielorrasos se pueden emplear plafones fonoabsorbentes basados en fibras minerales (basalto), fibra de vidrio, fibras celulósicas, corcho, etc. con diversas terminaciones superficiales de fantasía. En general se instalan suspendidas por medio de bastidores a cierta distancia de la losa. Cuanto mayor es la separación, mejor es la absorción resultante, sobre todo si se intercala algo de lana de vidrio.

Es necesario efectuar aquí dos advertencias. La primera se refiere al poliestireno expandido (telgopor). Si bien es un excelente aislante térmico, *sus características acústicas son muy pobres*, contrariamente a lo que mucha gente supone, y por lo tanto no debería utilizarse en aplicaciones en las que la absorción o la aislación acústica sean críticas. La segunda advertencia es con respecto a la costumbre de recubrir los cielorrasos con cajas de huevos, bajo la creencia de que son buenos absorbentes del sonido. En realidad no son efectivas para esta aplicación, debido a que carecen de la porosidad y el volumen necesarios. Tal vez la confusión se origine en la semejanza que presentan con las cuñas anecoicas. No son recomendables para ninguna aplicación acústica seria.

El tratamiento de pisos se realiza normalmente con alfombras, las cuales son más efectivas si se colocan sobre bajo alfombras porosos de fibra vegetal (arpillera, yute) o poliéster. El efecto de las alfombras no se reduce a absorber el sonido, sino que atenúan los ruidos de pisadas u objetos que caen o rozan el suelo (por ejemplo, cables de micrófonos).

A igual estructura, la absorción de una alfombra aumenta con el espesor. El tipo de fibra constitutiva de una alfombra (lana, nylon) no afecta significativamente a su coeficiente de absorción.

Por último, los cortinados también pueden aprovecharse como absorbentes sonoros, especialmente cuando forman parte del diseño arquitectónico con algún fin estético o funcional. Hay que tener en cuenta que a mayor separación de la pared, mayor efectividad en la absorción. También es importante la porosidad, ya que una cortina plástica impermeable no tiene propiedades absorbentes. Por el contrario, una cortina de tela gruesa, de terciopelo, etc., será bastante absorbente. La absorción también aumenta con el plegado, fruncido o drapeado, es decir la relación entre el área efectivamente ocupada por la cortina y el área de la cortina estirada. Una cortina fruncida al **50%** puede llegar casi a duplicar su coeficiente de absorción.

Una aplicación interesante de las cortinas es la obtención de una acústica variable. Para ello se coloca una cortina frente a una pared relativamente reflectora. Al correr la cortina se va descubriendo la pared, y el conjunto se vuelve menos absorbente.

Aislación acústica

Aislar acústicamente un recinto significa impedir que los sonidos generados dentro del mismo trasciendan hacia el exterior y, recíprocamente, que los ruidos externos se perciban desde su interior.

La **aislación acústica** (o **aislación sonora**) es muy importante en todo lo que tenga que ver con sonido profesional. Si el recinto es una sala de concierto o de espectáculos en la cual se ejecuta o propala música a alto nivel sonoro, es preciso evitar que los sonidos trasciendan convirtiéndose en ruidos molestos al vecindario. Si se trata de una sala de grabación o un estudio radiofónico, cualquier ruido proveniente del exterior contaminará el sonido que se desea difundir o grabar, en desmedro de su calidad, lo cual también debe evitarse.

En una primera aproximación al problema, podemos observar que el aislamiento sonoro se logra interponiendo una pared o tabique entre la *fuente sonora* y el *receptor*. La aislación es tanto mayor cuanto mayor sea la densidad superficial (**kg/m2**) del tabique y cuanto mayor sea la frecuencia del sonido. Esta es la razón por la cual las paredes gruesas (y por lo tanto pesadas) ofrecen mayor aislación que las delgadas. También explica por qué de la música del vecino se escucha mucho más la

base rítmica de la percusión grave (baja frecuencia) que las melodías, por lo general más agudas (alta frecuencia).

Un análisis más detallado indica que es posible obtener una mayor aislamiento acústica por medio de tabiques dobles, o, más generalmente, múltiples. En otras palabras, dada una cantidad de material (por ejemplo **20 cm.** de espesor de hormigón) podemos sacarle mayor provecho si lo dividimos en dos partes (en este caso dos paredes de **10 cm.** cada una) y lo separamos con un espacio de aire. Si el espacio de aire se rellena con algún material absorbente (típicamente, lana de vidrio), el resultado es una aislamiento todavía mayor.

Este tipo de estructura se utiliza mucho con placas de roca de yeso (Durlock, Placo, Pladur). Estas placas están formadas por yeso recubierto a ambos lados por celulosa (cartón). El espesor es, normalmente, unos **12 mm**, y se suelen usar de a **2** separadas **50**, **70** ó **90 mm** mediante perfiles de chapa. El espacio entre ambas placas se rellena con lana de vidrio (**Figura 4.5**a). La aislación que se logra es sorprendente para el espesor y el peso total. Se puede obtener mayor aislación aún utilizando dos placas de roca de yeso de cada lado, y montándolas sobre perfiles independientes para evitar las conexiones rígidas propensas a transmitir las vibraciones (estructura alternada, **Figura 4.5**b).

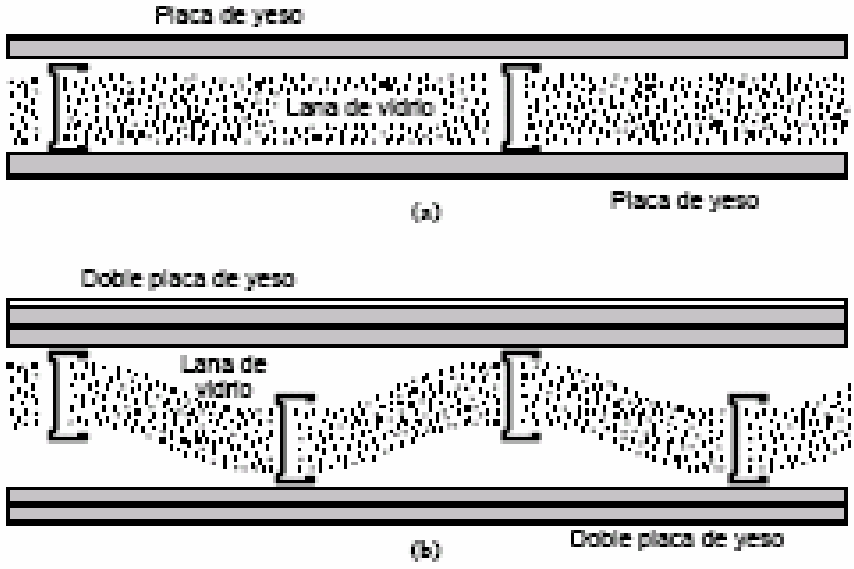


Figura 4.5. (a) Vista superior en corte de un montaje de placas de roca de yeso con estructura formada por perfiles de chapa. **(b)** Estructura alternada sin conexión rígida. Notar la diferencia de espesores a uno y otro lado de la pared.

También se utiliza el concepto de tabique doble para construir ventanas de gran aislación sonora, como las “peceras” que separan la sala de control de la sala de grabación de los estudios. En este caso se utilizan dos hojas de vidrio grueso de distintos espesores (por ejemplo **6 mm** y **8 mm**), fijados al marco mediante masillas no endurecibles de silicona. En los bordes interiores (en forma más o menos oculta) se coloca material absorbente, como lana de vidrio o espuma de poliuretano. Para evitar

que por diferencias de temperatura se produzcan condensaciones por dentro, lo cual empañaría los vidrios, se colocan gránulos de **sílica gel**, un poderoso deshumectante. En la **Figura 4.6** se muestra la estructura de una ventana de este tipo.

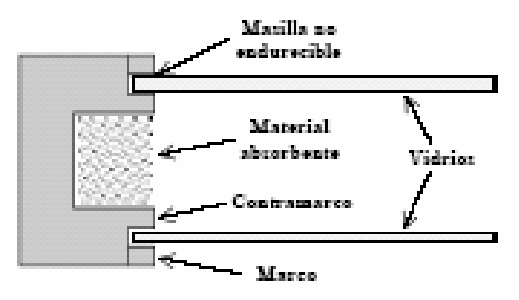


Figura 4.6. Corte según un plano horizontal de una ventana de doble vidrio. Obsérvese el diferente espesor de los vidrios.

Para catalogar la aislación sonora de diferentes materiales y estructuras se usan dos parámetros: la **pérdida de transmisión**, **PT**, y la **clase de transmisión sonora**, **STC** Estados Unidos), o el **índice de reducción acústica**, **RW** (Europa y Argentina).

La **pérdida de transmisión**, **PT**, es un parámetro expresado en **dB** que depende de la frecuencia e indica en cuánto se atenúa la *energía sonora* incidente al atravesar el tabique. Así, una pérdida de transmisión de **40 dB** significa que la energía sonora que pasa al otro lado es **40 dB** menor que la incidente.

Obsérvese que se está hablando de la *energía sonora*, que no es lo mismo que la *presión sonora*. Si un tabique tiene **PT = 40 dB**, y del lado de la fuente hay un nivel de presión sonora de **90 dB**, *no es válido* afirmar que del otro lado hay **90 dB** – **40 dB**, es decir **50 dB**. Puede haber menos o más de **50 dB**, según las circunstancias. Por ejemplo, si el lado receptor es muy reverberante, habrá más de **50 dB**; y si el tabique es muy pequeño, por ejemplo una pequeña ventanilla en el medio de una pared muy gruesa, entonces del lado receptor habrá probablemente menos de **50 dB**. Si bien el análisis detallado no es muy complejo, escapa al objeto de este libro.

La **clase de transmisión sonora** (en inglés, sound transmission class), **STC**, es una especie de valor promedio de la pérdida de transmisión a varias frecuencias. Es un valor único que permite evaluar rápidamente la calidad de la aislación sonora que ofrece un tabique, especialmente en lo referido a la privacidad de la palabra. Así, un valor de **STC** inferior a **25** implica que la voz normal se entiende perfectamente, y un valor superior a **45** implica que la voz alta casi no se percibe. El índice de reducción sonora **Rw** es la versión europea, también usada en la Argentina (puede diferir hasta en **1 dB**).

En la **Tabla 4.2** se detallan los valores de **PT** a varias frecuencias y de **STC**, correspondientes a varios materiales y estructuras. Se han considerado los materiales y estructuras actuando en condiciones casi ideales. No se ha tenido en cuenta, por consiguiente, la denominada **transmisión por flancos**, es decir el sonido que se filtra a través de fisuras, intersticios o juntas mal selladas, o que se propaga por la estructura en forma de vibraciones, o que se transmite por tuberías de ventilación o aire acondicionado, o por los caños de distribución de energía eléctrica. En todo

proyecto de aislación acústica deben tenerse en cuenta todos estos detalles, ya que de lo contrario se corre el riesgo de invertir grandes sumas de dinero sin lograr los resultados esperados. Es importante saber que el intersticio debajo de una puerta puede llegar a empeorar la atenuación de una pared en **20 dB** ó más. Pueden utilizarse burletes perimetrales en las puertas y masilla con silicona (es decir, no endurecible) en toda fisura, grieta o junta.

Por último, debe advertirse que la información brindada en este capítulo se ha incluido a título informativo, siendo conveniente obtener una opinión especializada antes de encarar un proyecto que involucre grandes inversiones, ya que es muy fácil cometer errores que luego se pagarán, a la larga o a la corta, muy caro.

Material o estructura	STC	PT a la frecuencia					
		125	250	500	1000	2000	4000
Hormigón (90 mm)	37	30	30	37	35	38	41
Hormigón (140 mm)	45	30	34	41	48	56	55
Hormigón (190 mm)	53	37	46	46	54	59	60
Hormigón (290 mm)	58	33	41	45	51	57	61
Hormigón (90 mm) + aire (25 mm) + fibra de vidrio (65 mm) + hormigón (90 mm) + placa de yeso (16 mm)	62	49	54	57	66	71	81
Placa de yeso (Durlock) (12 mm)	28	15	20	25	29	32	27
Placa de yeso (Durlock) (2×12 mm)	31	19	26	30	32	29	37
Placa de yeso (12 mm) + aire (90 mm) + placa de yeso (12 mm)	33	12	23	32	41	44	39
Placa de yeso (2×12 mm) + aire (90 mm) + placa de yeso (12 mm)	37	16	26	36	42	45	48
Placa de yeso (2×12 mm) + aire (70 mm) + placa de yeso (2×12 mm)	45	23	30	46	49	52	52
Placa de yeso (12 mm) + aire (20 mm) + fibra de vidrio (50 mm) + placa de yeso (12 mm)	45	21	36	48	55	58	43
Placa de yeso (2×12 mm) + aire (40 mm) + fibra de vidrio (50 mm) + placa de yeso (2×12 mm)	55	34	47	56	61	59	57
Vidrio (6 mm)	31	25	28	31	34	30	37
Vidrio laminado (6 mm)	35	26	29	32	35	35	43
Vidrio (3mm) + aire (50 mm) + vidrio (3 mm)	38	18	26	38	43	48	35
Vidrio (3mm) + aire (100 mm) + vidrio (6 mm)	45	29	35	44	46	47	50
Puerta madera maciza (24 kg/m^2) sin burlete	22	19	22	26	24	23	20
Puerta madera maciza con burlete	26	22	25	29	25	26	28
Puerta de madera maciza (24 kg/m^2) + aire (230 mm) + Puerta acero chapa # 18 hueca (20 kg/m^2) + burlete magnético en el marco	49	35	44	48	44	54	62

Tabla 4.2. Pérdida de transmisión de diversos materiales en función de la frecuencia, y clase de transmisión sonora (según varias fuentes).

TEMA 32

SUBGRAVES: Comportamiento y directividad.

1.-FUNDAMENTOS

La direccionalidad (área de cobertura) en altavoces esta definida como: El ángulo entre los puntos con respecto al eje del altavoz donde la presión sonora ha disminuido a la mitad (-6 dB).

Para poder identificar la direccionalidad en los altavoces es necesario realizar una serie de mediciones exhaustivas.

Los resultados de las mediciones pueden graficarse como:

Patrones Polares .Cada uno muestra la relación de la presión sonora de una frecuencia reproducida con respecto al eje en diferentes posiciones angulares en un solo plano (horizontal o vertical). Utilizan círculos concéntricos interiores para indicar atenuación.

Mapas de Presión. Cada uno muestra la relación de la presión sonora de una frecuencia reproducida con respecto al eje en diferentes posiciones angulares en el plano horizontal, vertical, o ambos. Utilizan variaciones en colores (o tonalidades de gris) para mostrar atenuación.
Beamwidth. (Cobertura vs. Frecuencia). Muestra el ángulo de cobertura (en grados) para diferentes frecuencias en los puntos donde la presión sonora se ha atenuado 6 dB.
La ilustración 7.1 muestra tres patrones polares, en color azul el plano horizontal, y en color rojo el plano vertical. De izquierda a derecha el primero muestra 100 Hz, el segundo 1,000 Hz y el tercero 10,000 Hz.

El eje del altavoz es 0˚. En este caso tanto en el plano horizontal como en el vertical el eje se encuentra en la parte superior identificada como +X. El círculo exterior representa +10 dB, cada círculo concéntrico hacia el interior representa 10 dB de atenuación adicional respectivamente.

Se han incluido 2 marcas que se aproximan al punto de -6 dB. Es claramente identificable que la cobertura horizontal y vertical respectivamente de las frecuencias de 100 Hz es 360˚H x 360˚V, 1 kHz es 80˚H x 40˚V, y 10 kHz es 70˚H x 50˚V.

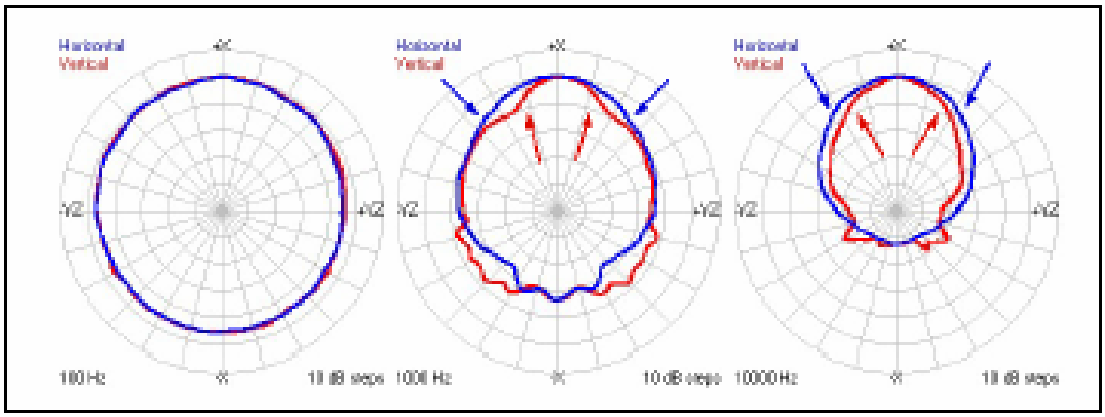


Ilustración 7.1 Patrones Polares

La ilustración 7.2 muestra tres mapas de presión (utilizando colores). De izquierda a derecha el primero muestra 100 Hz, el segundo 1 kHz y el tercero 10 kHz.
El eje del altavoz es la posición central. La máxima presión sonora (0 dB de atenuación) se representa con color rojo, 6 dB de atenuación se representa con color amarillo, 12 dB de atenuación se representa con color verde, y 24 dB de atenuación (o más) se representa con color azul oscuro.

Se ha incluido un trazo que indica 6 dB de atenuación. Es claramente identificable que la cobertura horizontal y vertical respectivamente de las frecuencias de 100 Hz es 360˚H x 360˚V, 1 kHz es 80˚H x 40˚V, y 10 kHz es 70˚H x 50˚V.

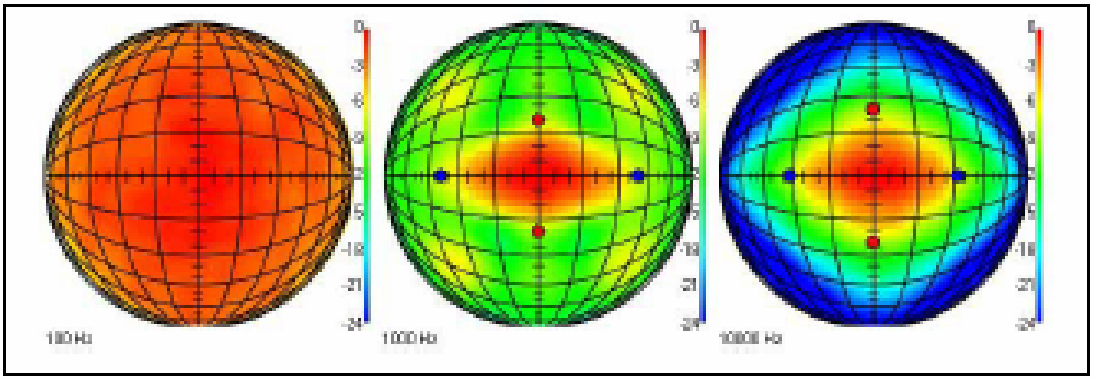


Ilustración 7.2 Mapas de Presión

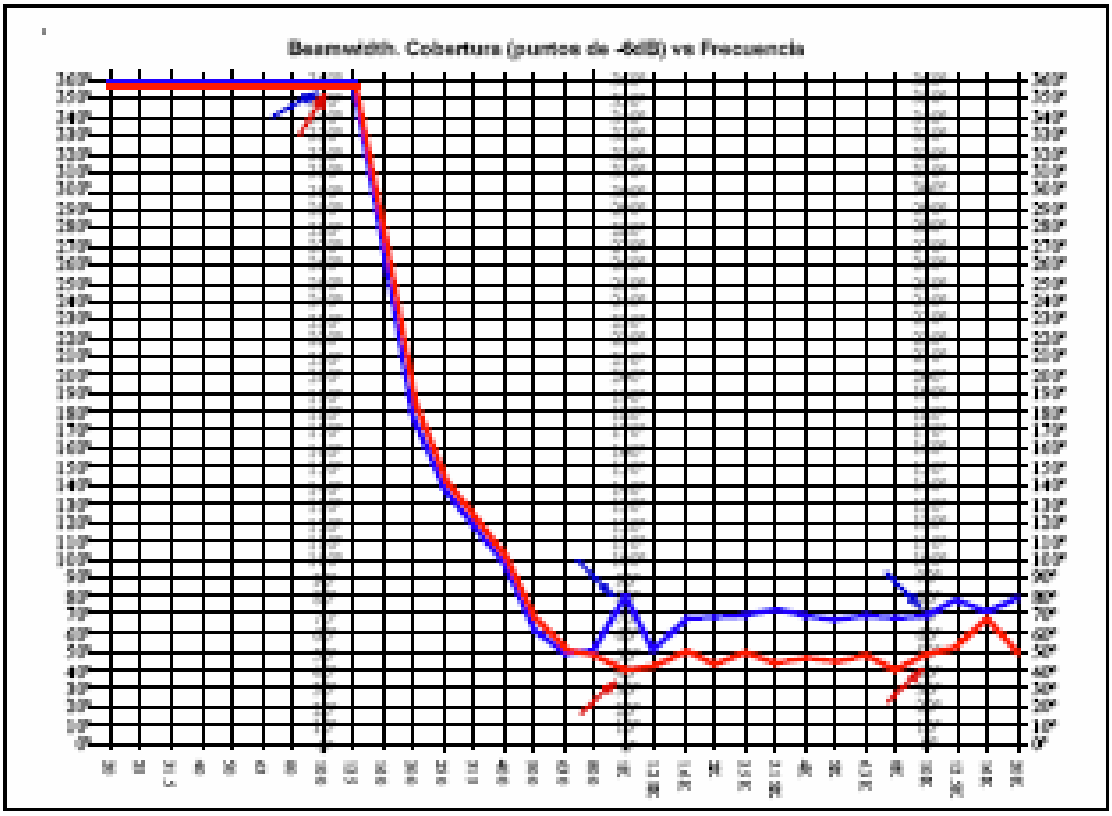


Ilustración 7.3 Beamwidth

La ilustración 7.3 muestra una gráfica Beamwidth en color azul el plano horizontal, y en color rojo el plano vertical. El eje horizontal representa frecuencias desde 20 Hz hasta 20 Khz. El eje vertical indica el ángulo en el que la presión sonora de determinada frecuencia se ha atenuado 6 dB.

Es claramente identificable que la cobertura horizontal y vertical respectivamente de las frecuencias de 100 Hz es 360˚H x 360˚V, 1,000 Hz es 80˚H x 40˚V, y 10,000 Hz es 70˚H x 50˚V.

Para lograr control direccional en altavoces se necesita hacer uso de difusores de trompeta (el altavoz acoplado a un difusor de trompeta).

Desafortunadamente el control direccional de los difusores de trompeta esta limitado por ciertos aspectos físicos. Por lo que para poder lograr control direccional hasta en las frecuencias mas bajas reproducidas por un altavoz, las dimensiones de los difusores de trompeta deben ser mayores que la longitud de onda de la frecuencia mas baja reproducida.

Por ejemplo, para poder lograr control direccional en la frecuencia de 100 Hz (cuya longitud de onda es de 3.4 metros), las dimensiones de un difusor de trompeta deberían de ser iguales o mayores a 3.4 metros. Con 50 Hz es el doble (6.8 metros).
Al observar las ilustraciones 7.1, 7.2 y 7.3 se puede apreciar que la direccionalidad de las frecuencias superiores a 1 kHz tienen cierto grado de control (80˚H x 40˚V en 1 kHz, y 70˚H x 50˚V en 10 kHz).

Pero la direccionalidad en bajas frecuencias (100 Hz) N O tiene ningún control. Y esto mismo sucede con TODOS los SUBWOOFERS de diseño REFLEX (frontales), y con TODOS los subwoofers de diseño FOLDER (plegados) de dimensiones menores a 8.5 metros (para poder lograr control direccional hasta en 40 Hz), y si dudan de esto revisen los patrones polares, mapas de presión o gráficas de beamwidth de cualquier subwoofer tanto réflex como folded disponible en el mercado y descubrirán que su cobertura en 100 Hz (o frecuencias inferiores) es 360º (360˚ = omnidireccional).

Nota: el PSW6 (de Meyer Sound) es tal vez el único subwoofer de diseño réflex en la industria con comportamiento UNIDIRECCIONAL.

Las ilustraciones 7.4 y 7.5 muestran el comportamiento de 1 subwoofer réflex con altavoz de 18” (pulgadas) y dimensiones de 50 centímetros de alto x ancho x fondo.

La ilustración 7.4 muestra tres patrones polares, en color azul el plano horizontal, y en color rojo el plano vertical. De izquierda a derecha el primero muestra 50 Hz, el segundo 80 Hz y el tercero 125 Hz.

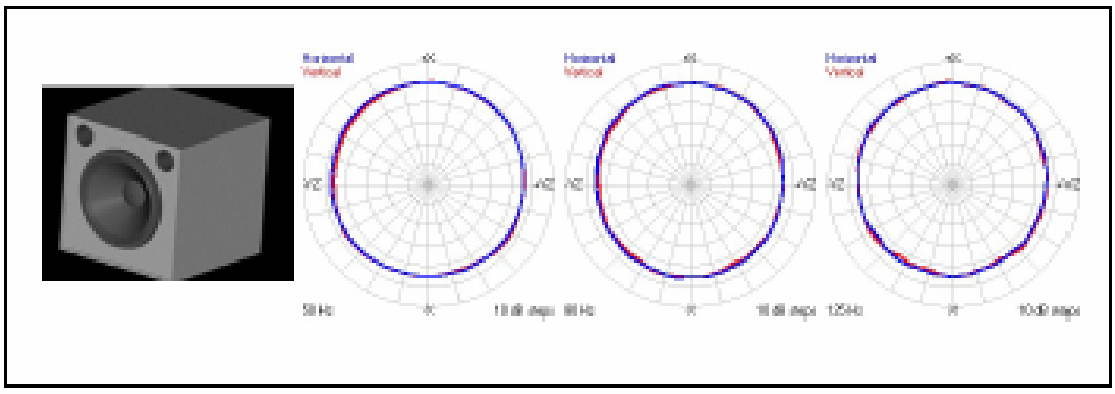


Ilustración 7.4 Patrones Polares en 50 HZ, 80 Hz y 125 Hz

La ilustración 5 muestra tres mapas de presión (utilizando colores). De izquierda a derecha el primero muestra 50 Hz, el segundo 80 Hz y el tercero 125 Hz.

De las ilustraciones 4 y 5 se deduce que el comportamiento direccional de 1 solo subwoofer utilizado de manera individual es de 360˚ (léase: N O es direccional).

Esto se puede confirmar con la gráfica beamwidth de la ilustración 3, en donde se aprecia que el comportamiento direccional de frecuencias inferiores a 125 Hz es de 360˚.

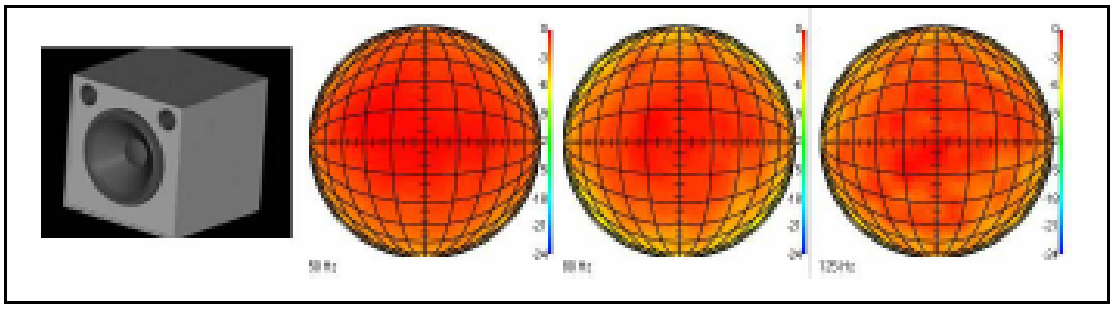


Ilustración 7.5 Mapas de Presión de 50 Hz, 80 Hz y 125 Hz

2.- AGRUPAMIENTOS HORIZONTALES DE SUBWOOFERS

Afortunadamente (o desafortunadamente dependiendo del caso), el comportamiento direccional de múltiples subwoofers agrupados, utilizados de manera simultanea se modifica de manera drástica.

Las ilustraciones 7.6 a la 7.11 muestran el comportamiento de 1, 2, 4, 8 y 16 subwoofers reflex de las mismas características que el mencionado anteriormente. La información mostrada en todas las ilustraciones es para la frecuencia de 100 Hz.

La ilustración 7.6 muestra (por medio de patrón polar y mapa de presión) que el comportamiento direccional de 1 solo subwoofers 360˚.

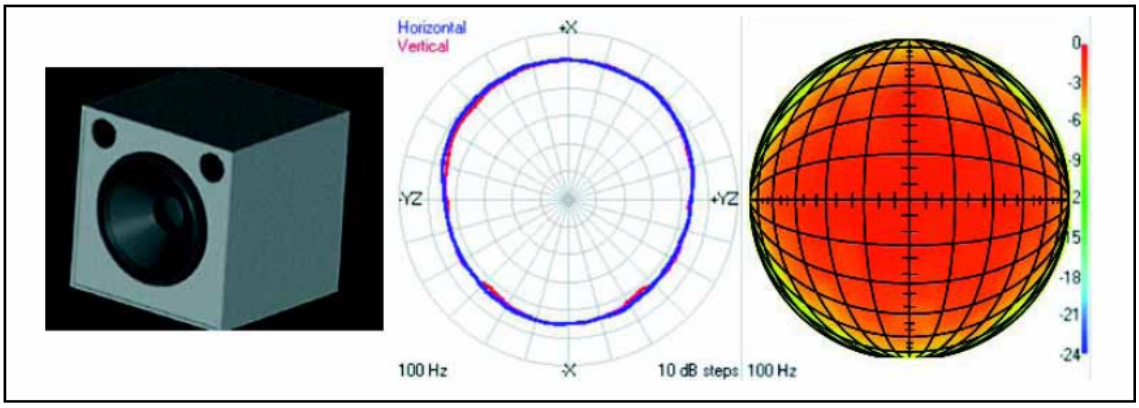


Ilustración 7.6 Un subwoofer a 100 Hz

La ilustración 7.7 muestra el agrupamiento de 2 subwoofers (uno al lado del otro en el plano horizontal). Se puede apreciar que el comportamiento direccional es ahora ligeramente menor a 180˚ (comienza a presentarse comportamiento direccional).

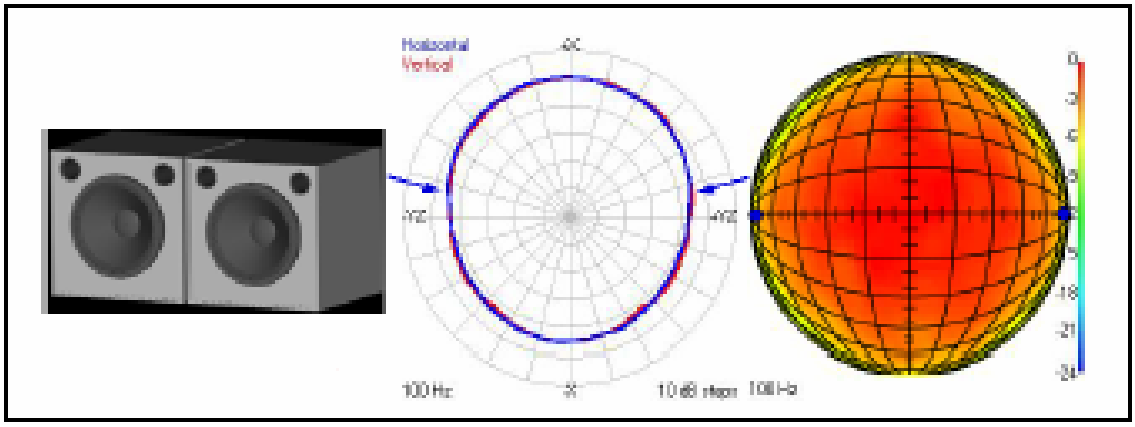


Ilustración 7.7 Dos Subwoofers a 100 Hz

La ilustración 7.8 muestra el agrupamiento de 4 subwoofers (uno al lado del otro en el plano horizontal). Se puede apreciar que el comportamiento direccional se ha reducido a 120º.

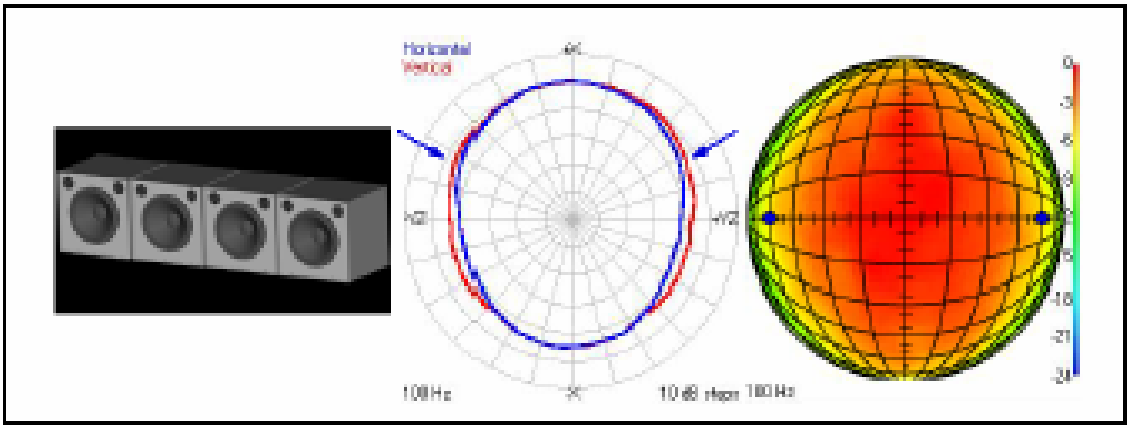


Ilustración 7.8 Cuatro Subwoofers a 100 Hz

La ilustración 7.9 muestra el agrupamiento de 8 subwoofers (uno al lado del otro en el plano horizontal). Se puede apreciar que el comportamiento direccional se ha reducido a tan solo 60º.

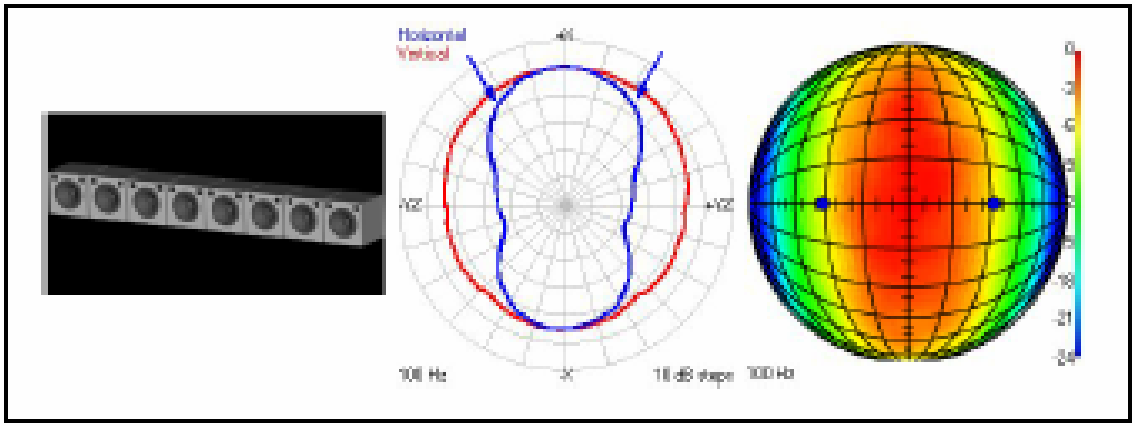


Ilustración 7.9 Ocho subwoofers a 100 Hz

La ilustración 7.10 muestra el agrupamiento de 8 subwoofers en formación de arco (uno al lado del otro en el plano horizontal). Se puede apreciar que el comportamiento direccional es idéntico al caso anterior. Esto significa que intentar agrupar los subwoofers en formación de arco no tiene efecto sobre el comportamiento direccional en bajas frecuencias.

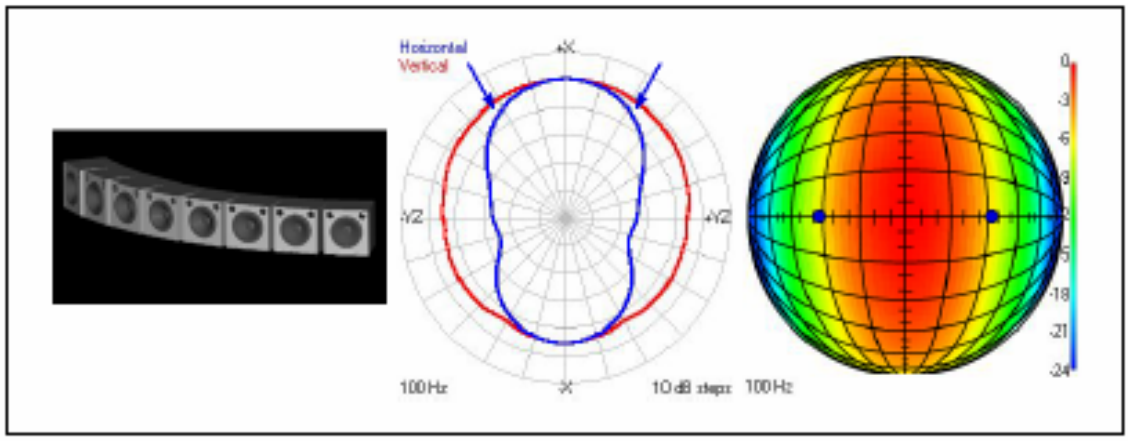


Ilustración 7.10 Ocho subwoofers a 100 Hz (en arco)

La ilustración 7.11 muestra el agrupamiento de 16 subwoofers (uno al lado del otro en el plano horizontal). Se puede apreciar que el comportamiento direccional se ha reducido a menos de 50º.

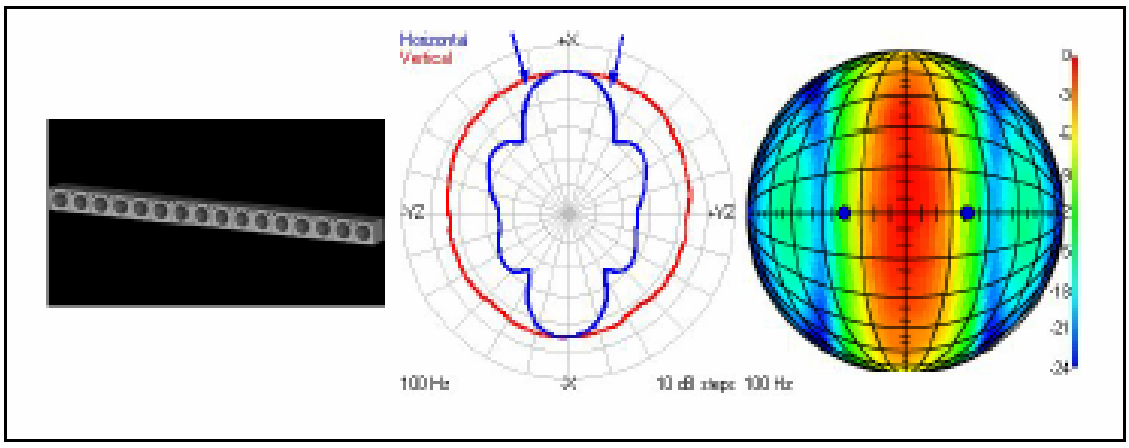


Ilustración 7.11 Dieciséis subwoofers a 100 Hz

Nota: En todos los casos (anteriores y siguientes) la directividad será más amplia para frecuencias inferiores a 100 Hz, y más estrecha para frecuencias superiores a 100 Hz.

Se puede concluir que al incrementar el número de subwoofers en el plano horizontal, la directividad horizontal se va estrechando, pero no así la direccionalidad vertical que permanece prácticamente sin cambios.

3.- AGRUPAMIENTOS VERTICALES DE SUBWOOFERS

Las ilustraciones 12 a la 16 muestran el comportamiento de 1, 2, 4, 8 y 16 subwoofers reflex (para la frecuencia de 100 Hz) en el plano vertical.

La ilustración 7.12 muestra que el comportamiento direccional de 1 solo subwoofer de las características utilizadas anteriormente es 360˚.

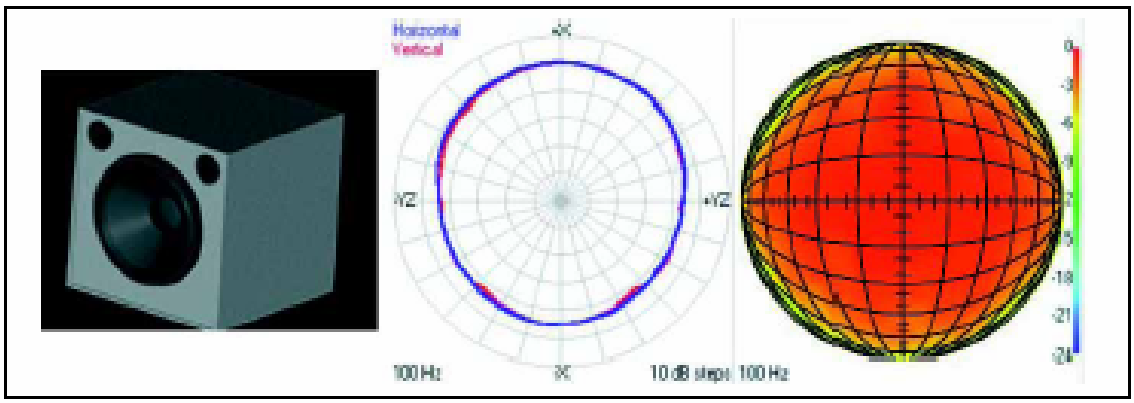


Ilustración 7.12 Un subwoofers a 100 Hz

La ilustración 7.13 muestra el agrupamiento de 2 subwoofers (uno al lado del otro en el plano vertical). Se puede apreciar que el comportamiento direccional es ahora ligeramente menor a 180˚ (comienza a presentarse comportamiento direccional).

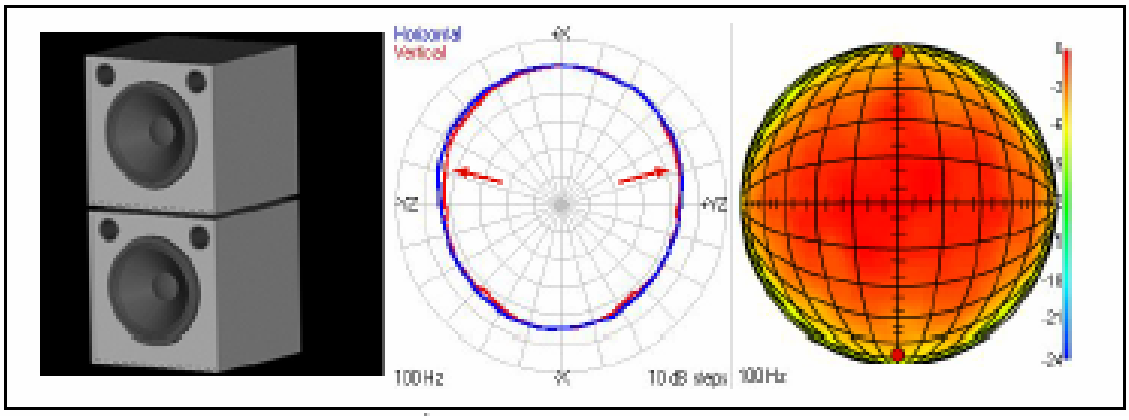


Ilustración 7.13 Dos subwoofers a 100 Hz

La ilustración 7.14 muestra el agrupamiento de 4 subwoofers (uno al lado del otro en el plano vertical). Se puede apreciar que el comportamiento direccional se ha reducido a 120˚.

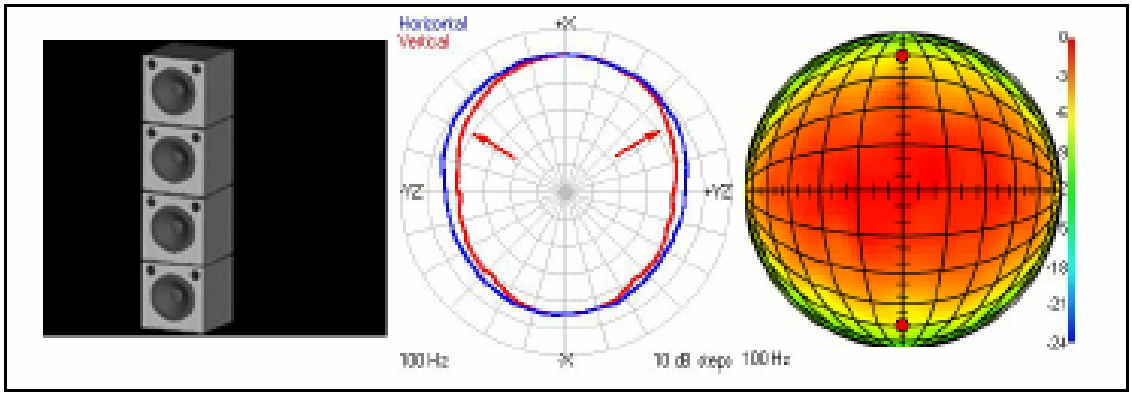


Ilustración 7.14 Cuatro subwoofers a 100 Hz

La ilustración 7.15 muestra el agrupamiento de 8 subwoofers (uno al lado del otro en el plano vertical). Se puede apreciar que el comportamiento direccional se ha reducido a poco más de 60˚.

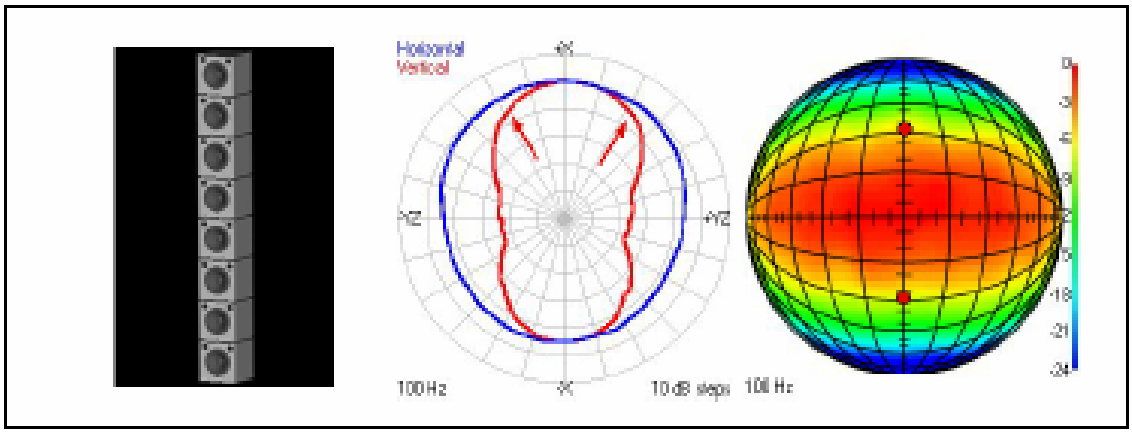


Ilustración 7.15 Ocho subwoofers a 100 Hz

La ilustración 16 muestra el agrupamiento de 16 subwoofers (uno al lado del otro en el plano vertical). Se puede apreciar que el comportamiento direccional se ha reducido a menos de 50˚.

Nota: En recintos cerrados de poca altura es conveniente reducir la cobertura vertical para disminuir el nivel de las reflexiones ocasionadas por el techo.

Se puede concluir que al incrementar el número de subwoofers en el plano vertical, la directividad se va estrechando, pero no así la directividad horizontal que permanece prácticamente sin cambios.

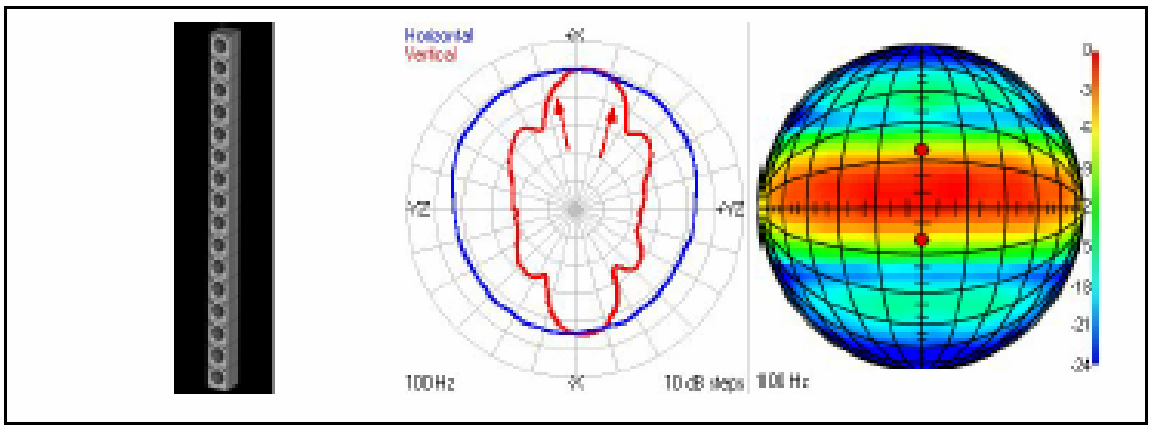


Ilustración 7.16 Dieciséis subwoofers a 100 hz

4.- AGRUPAMIENTO DE SUBWOOFERS PARA CONTROLAR LA DIRECTIVIDAD

Como podemos ver, si queremos mantener la cobertura horizontal en el área de público, debemos agrupar los subwoofers de manera vertical (aunque no en todos los casos, esta situación es la más común). Esto presenta gran dificultad en el mundo real debido a que se compromete la seguridad del montaje (en otras palabras se puede llegar a caer nuestro agrupamiento de subwoofers) y los resultados pueden ser fatales (en vidas humanas).

Si bien es cierto que grandes producciones (U2, Rolling Stones, Celine Dion) agrupan los subwoofers en el plano vertical para no perder cobertura en el área de publico, eso es gracias a que cuentan con herrajes y motores para sujetar (e incluso elevar) los subwoofers.

En el triste mundo real (las producciones en que nosotros trabajamos), en el que hay recursos limitados, podemos lograr control horizontal en bajas frecuencias si creamos agrupamientos híbridos.

Existen 3 agrupamientos de subwoofers que se comportan de manera similar a 1 solo subwoofer son: “T INVERTIDA”, “L”, y “PIRAMIDE”.

Las ilustraciones 7.17, 7.18 y 7.19 muestran el comportamiento direccional en 100 Hz de agrupamientos de 8 subwoofersen T invertida, L y Pirámide respectivamente.

De ellos mi preferido al utilizar 8 subwoofers “individuales” es el de T invertida, debido a que 5 de los 8 subwoofers acoplan con el piso (lo que se traduce en un incremento de 6 dB), la altura del agrupamiento es de 4 pisos únicamente, y el comportamiento direccional del agrupamiento es controlado (135 ˚ H x 135˚ V).

En situaciones en donde se requiera cobertura mas estrecha es preferible al arreglo en L, debido a que la cobertura horizontal es de tan solo 90º y la vertical de 105º.
Nota: hay que recordar que los 3 ejemplos anteriores son válidos solamente para la frecuencia de 100 Hz, en frecuencias inferiores la cobertura aumenta, y en frecuencias superiores, la cobertura disminuye.

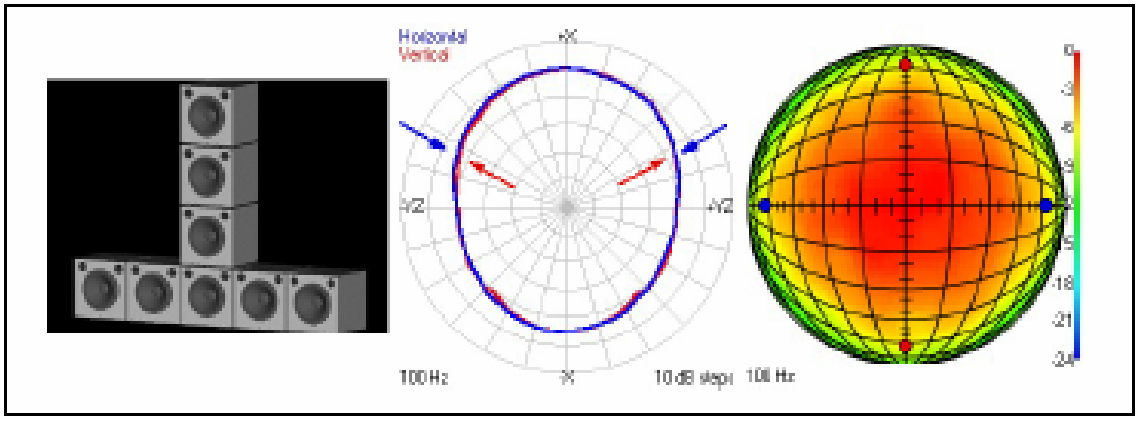


Ilustración 7.17 Ocho subwoofers en “T” invertida

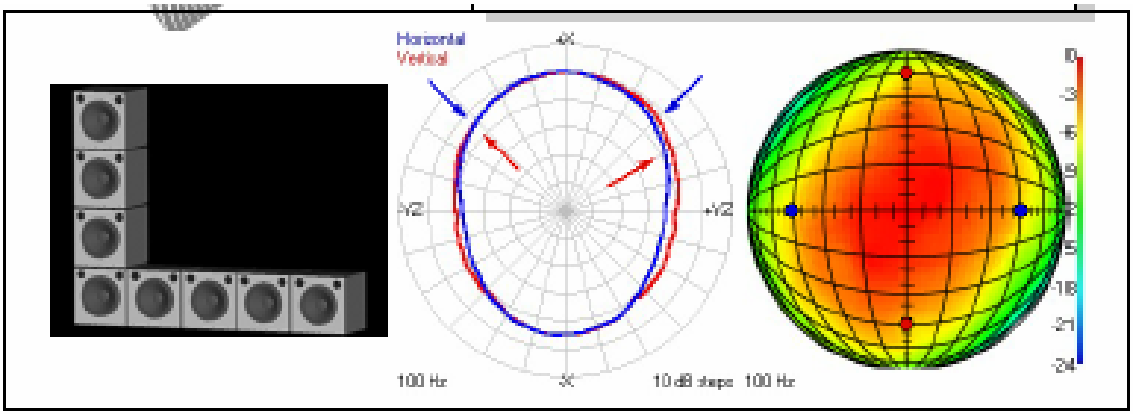


Ilustración 7.18 Ocho subwoofers en “L”

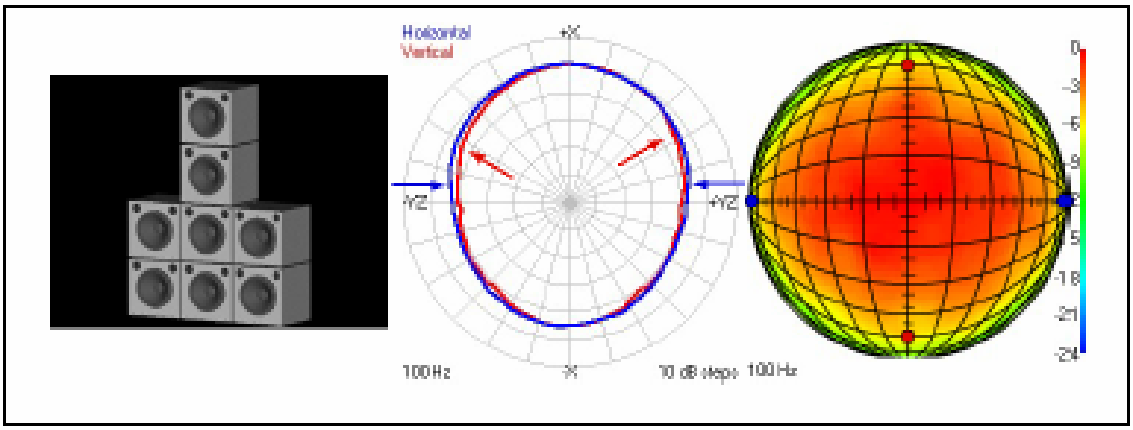


Ilustración 7.19 Ocho subwoofers en pirámide

Las ilustraciones 7.20, 7.21 y 7.22 muestran el comportamiento direccional en 100 Hz de agrupamientos de 16 subwoofers en T invertida, L y Pirámide respectivamente.

De ellos mi preferido al utilizar 16 subwoofers “individuales” es el de Pirámide, debido a que la altura del agrupamiento es de tan solo 4 pisos únicamente (con T invertida la altura es 8 pisos), y aunque solamente 7 de los 16 subwoofers acoplan

con el piso (2 menos que el arreglo en T invertida), el comportamiento direccional del agrupamiento es controlado (100˚ H x 120˚ V).

En caso de que sea posible realizar el arreglo en T invertida (cuando no existan riesgos de accidentes), el control direccional que obtendremos será mayor, 90º horizontales x 60º verticales en la frecuencia de 100 Hz.

En el caso de subwoofers “dobles”, se deben hacer ligeras variaciones para poder realizar estos arreglos.

Nota: el acoplamiento de subwoofers con superficies va desde 6 dB de incremento con 1 superficie (como el piso, también llamado 1/2 espacio), hasta 18 dB de incremento con 3 superficies (como en una esquina, también llamado 1/8 de espacio).

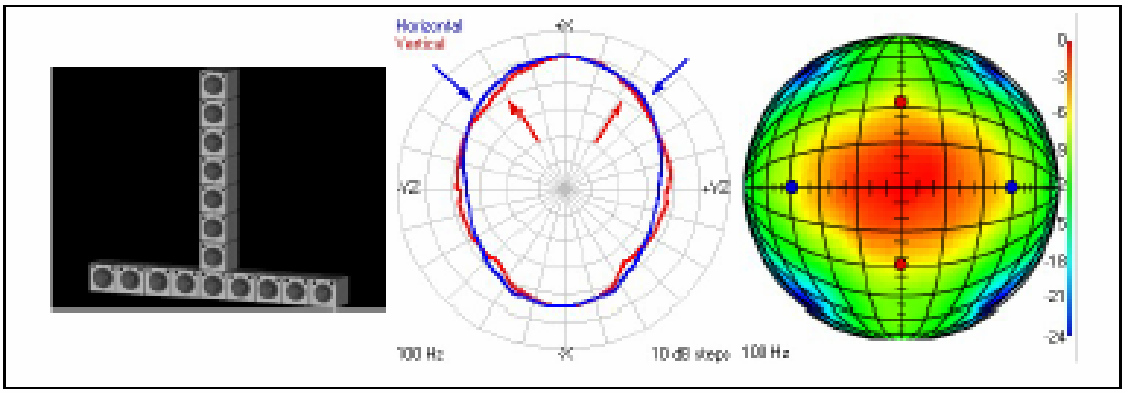


Ilustración 7.20 Dieciséis subwoofers en “T” invertida

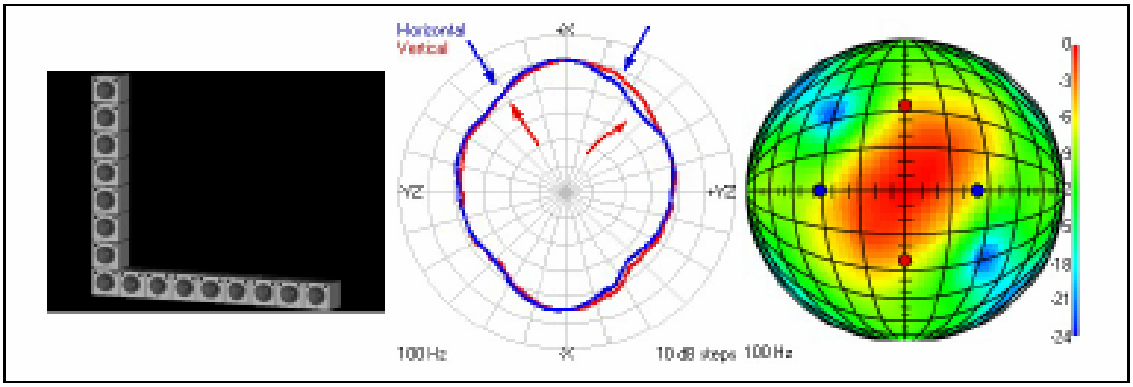


Ilustración 7.21 Dieciséis subwoofers en “L”

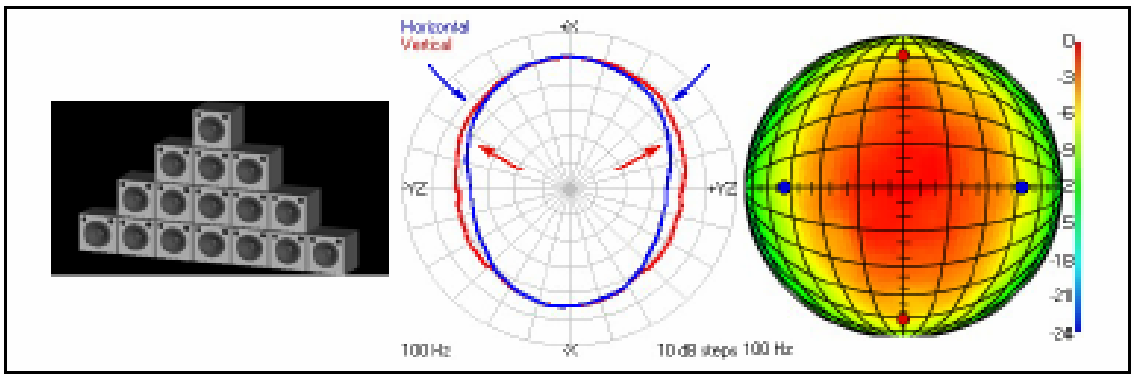
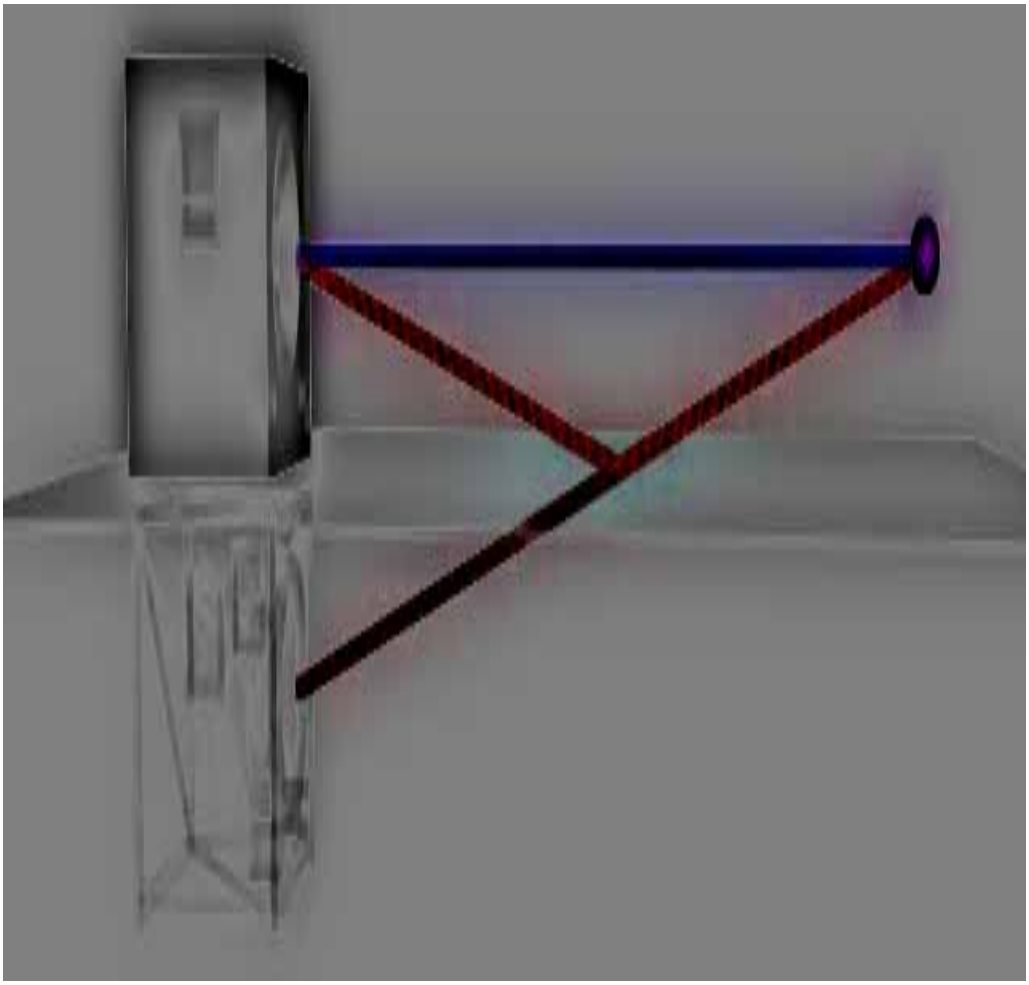


Ilustración 7.22 Dieciséis subwoofers en pirámide

De cualquier manera cada situación es diferente, por lo que bajo ciertas circunstancias puede incluso ser recomendable hacer agrupamientos horizontales de subwoofers. Lo más importante es estar abierto a la experimentación (prueba y error), aunque no siempre se disponga de los recursos (tiempo y personal) para poder lograrlo.

Nota: Al mencionar “control direccional”en agrupamientos de subwoofers se hace referencia a control “bidireccional” y no “unidireccional” como pudiera llegar a suponerse erróneamente (lo que se comprueba al revisar las gráficas de patrones polares expuestas).

ACOPLAMIENTO DE SUBWOOFERS CON SUPERFICIES



Fundamentos de la imagen fantasma

Mientras que en altas frecuencias el efecto de las reflexiones con superficies sólidas generalmente es nocivo (incluso tratándose de reflexiones de campo cercano) debido al fenómeno de “comb filter” (filtro de peine) que deteriora la respuesta de frecuencia; en bajas frecuencias las reflexiones de campo cercano de superficies sólidas benefician a los subwoofers ya que ayudan a incrementar el nivel reproducido estos.

Nota: es importante no malinterpretar el efecto nocivo de las reflexiones. Las reflexiones siempre están presentes en el mundo real. De hecho son ellas las responsables de las diferencias en las características sonoras que percibimos entre el interior una catedral y una cocina.

Existen de hecho simuladores electrónicos de reflexiones (léase procesadores de efectos digitales) en donde es posible modificar cierto número de variables para la lograr semejanza deseada, por ejemplo con el momento en que un conductor de un automóvil entra a un túnel. Mientras que a nivel creativo (artístico) el aspecto

positivo o negativo de las reflexiones queda fuera de toda discusión, es en el terreno del uso de altavoces en donde se aplican los siguientes conceptos.

Desafortunadamente es muy común que se desaproveche el beneficio de las reflexiones de campo cercano con superficies sólidas al utilizar subwoofers.

Dicho beneficio va desde 6 dB hasta 12 dB dependiendo del nivel de interacción del subwoofer con 1, 2, o 3 superficies (paredes) de campo cercano.

A la interacción de las paredes con el subwoofer se le clasifica como:

Campo Libre (sin reflexiones, y por consiguiente sin paredes)

1/2 espacio o carga (1 superficie, generalmente el suelo)

1/4 espacio o carga (2 superficies, generalmente el suelo y la pared trasera)

1/8 espacio o carga (3 superficies, generalmente una esquina: piso, pared trasera, y pared lateral)

Si colocamos 1 subwoofer junto a 1 o más superficies sólidas, el resultado de las reflexiones del subwoofer con las paredes produce lo que se conoce como “imagen o imágenes fantasma”.

Se llama imagen fantasma porque la superficie sólida del piso funciona como un espejo para el subwoofer real, que produce un segundo subwoofer ficticio.

La ilustración 8.1 muestra la trayectoria directa y la trayectoria reflejada (por una superficie sólida) de 1 altavoz en un punto determinado.

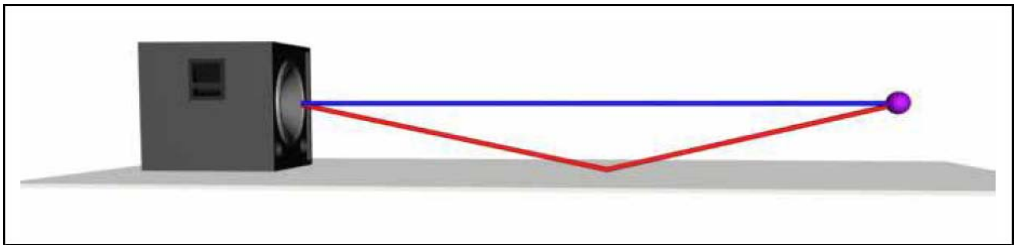


Ilustración 8.1Trayectorias directa y reflejada

La ilustración 8.2 muestra que la trayectoria reflejada del altavoz proviene de la imagen fantasma producida por la superficie sólida (en este caso el suelo).

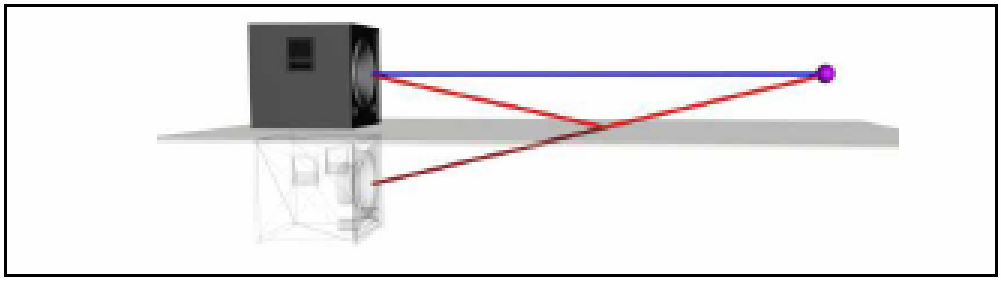


Ilustración 8.2 La trayectoria reflejada proviene de la imagen fantasma

La ilustración 8.3 Muestra un altavoz en situación de campo libre

Ilustración 8.3 Campo libre

La ilustración 8.4 muestra la imagen fantasma de 1 subwoofer en una situación de 1/2 espacio (1 superficie).

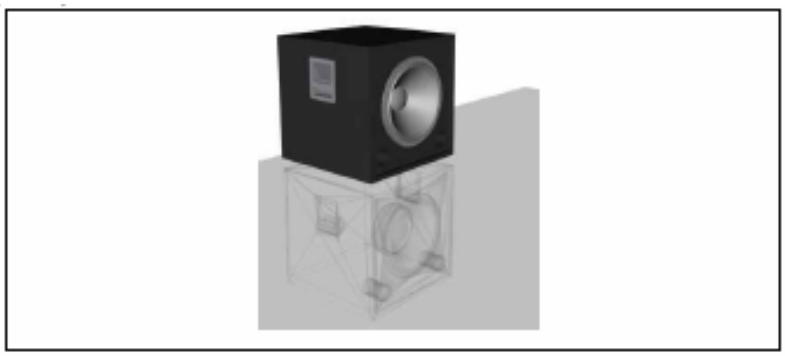


Ilustración 8.4 Acoplamiento de ½ espacio

La ilustración 8.5 muestra las imágenes fantasma de 1 subwoofer en una situación de 1/4 espacio (2 superficies).

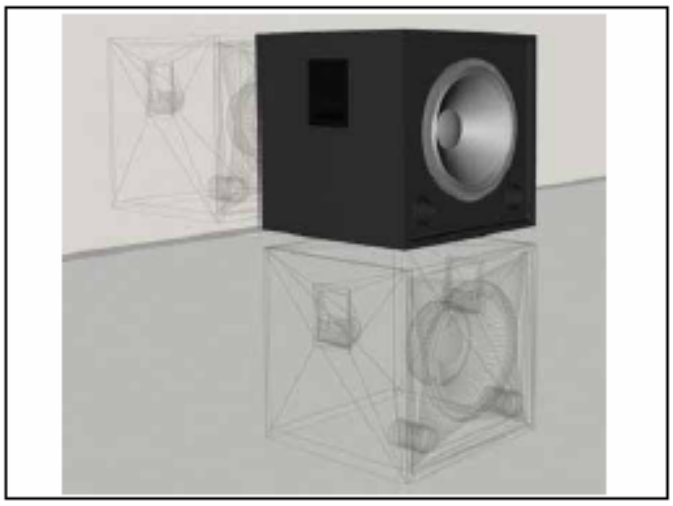


Ilustración 8.5 Acoplamiento de ¼ de espacio

La ilustración 8.6 muestra las imágenes fantasma de 1 subwoofer en una situación de 1/8 espacio (3 superficies).

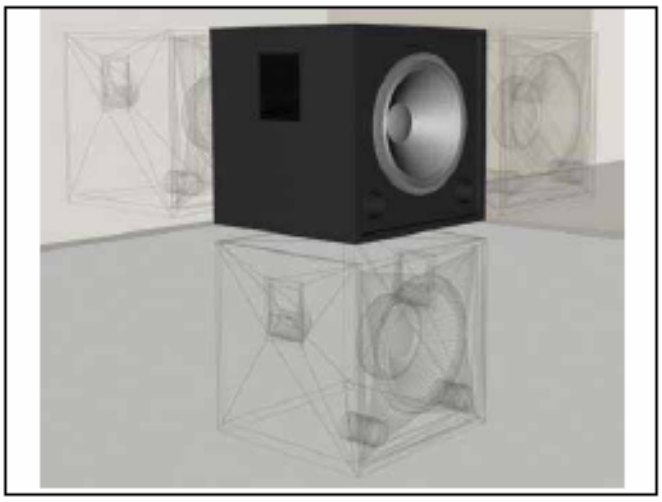


Ilustración 8.6 Acoplamiento de 1/8 de espacio

b) Campo Libre (sin superficies)

La ilustración 8.7 muestra la respuesta de frecuencia de un subwoofer, medido en el eje a 4 metros de distancia y libre de reflexiones.

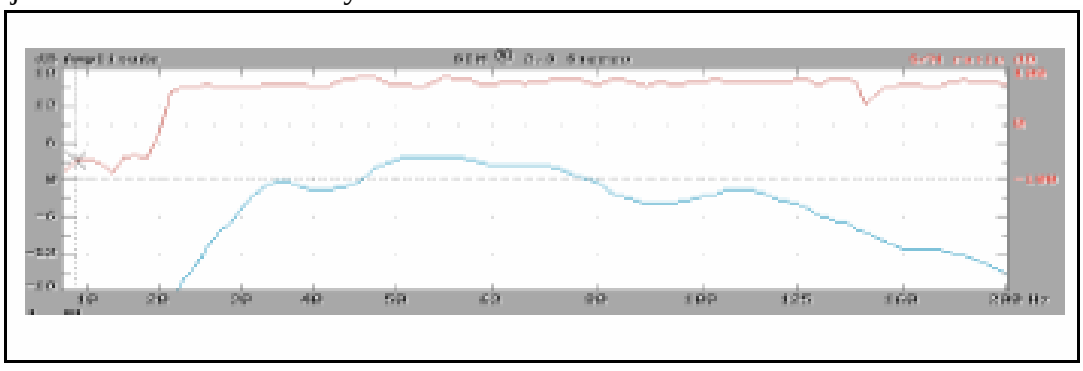


Ilustración 8.7 Un subwoofer en campo libre

La ilustración 8.8 muestra la respuesta de frecuencia de 2 subwoofers, medidos en el eje (el punto intermedio entre ambos subwoofers) a 4 metros de distancia y libre de reflexiones.

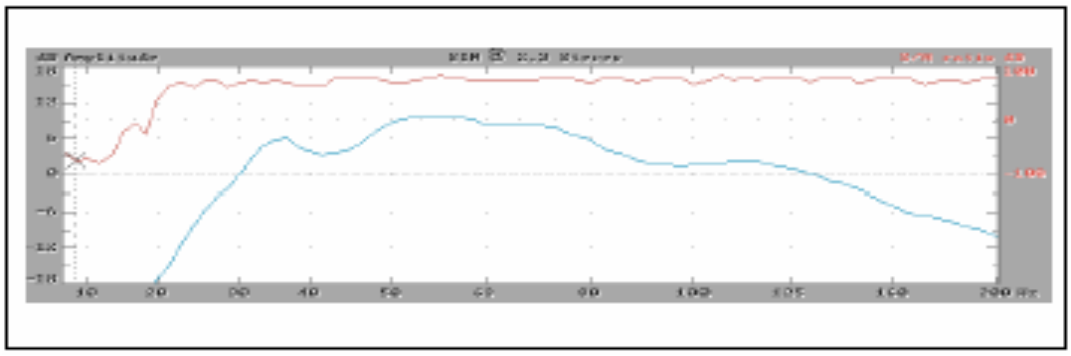


Ilustración 8.8 Dos subwoofers en campo libre

En la ilustración 8.9 se compara la gráfica de 1 subwoofer (en trazo oscuro) con la gráfica 2 subwoofers (en trazo claro) se puede observar que el nivel se incrementa 6 dB en todas las frecuencias.

Nota: Lo anterior es predecible debido a que 6 dB indica una relación 2 a 1 en dB (presión sonora o tensión eléctrica).

De cualquier manera en campo libre no existen reflexiones que interactúen con el comportamiento de los subwoofers.

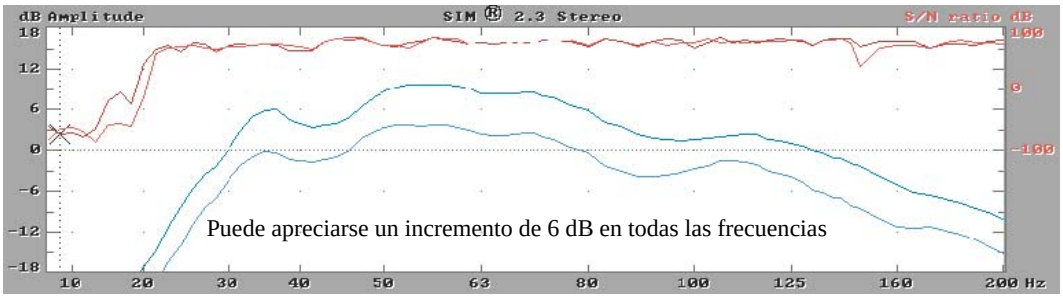


Ilustración 8.9 Comparación entre uno y dos subwoofers en campo libre

3) Medio Espacio (una superficie)

La ilustración 8.10 muestra la respuesta de frecuencia de un subwoofer, medido en el eje a 4 metros de distancia y libre de reflexiones (campo libre).

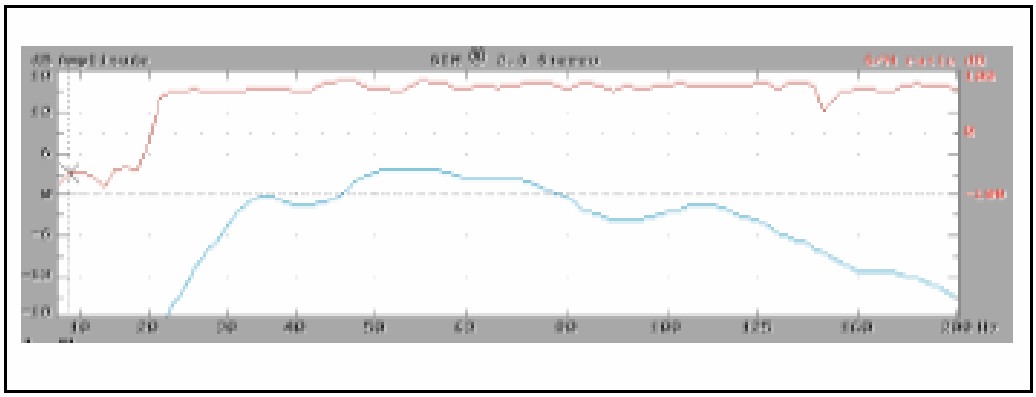


Ilustración 8.10 Un subwoofer en campo libre

La ilustración 8.11 muestra la respuesta de frecuencia de 1 subwoofer, medido en el eje a 4 metros de distancia en una situación de 1/2 espacio.

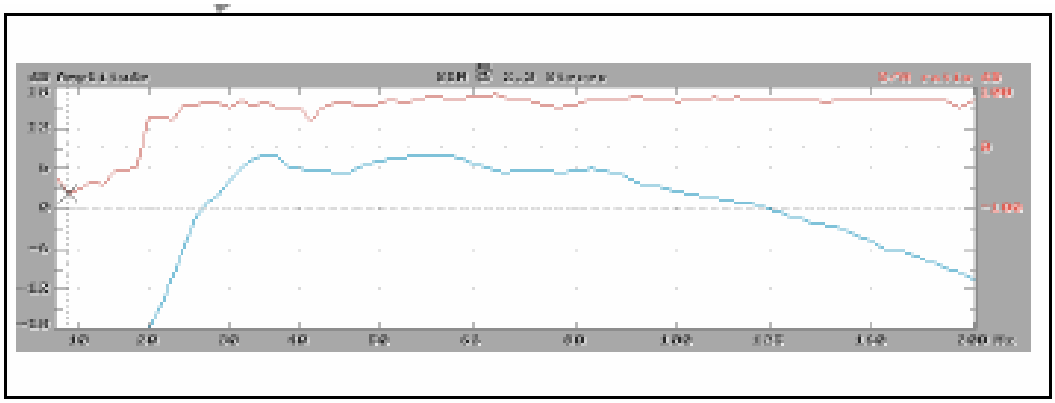


Ilustración 8.11 Un subwoofer en ½ espacio

La ilustración 8.12 compara la gráfica de 1 subwoofer en campo libre (trazo oscuro), con 1 subwoofer en acoplamiento de 1/2 espacio (trazo claro) se puede observar que el nivel se incrementa 6 dB aproximadamente en la mayoría de las frecuencias.

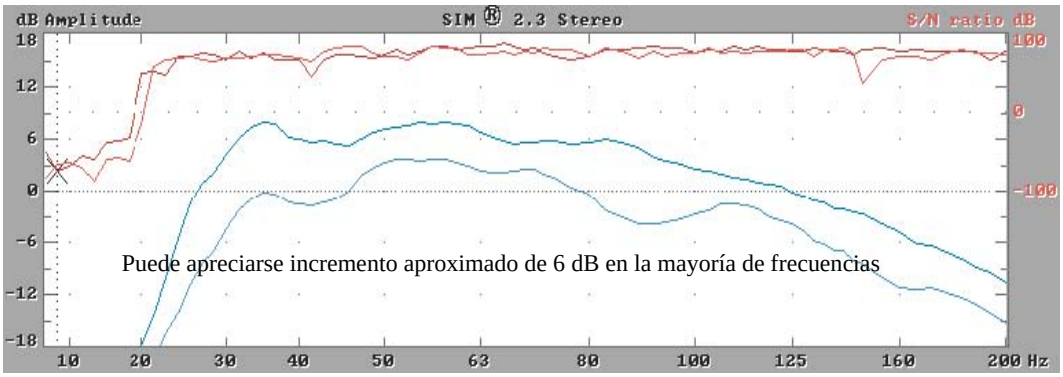
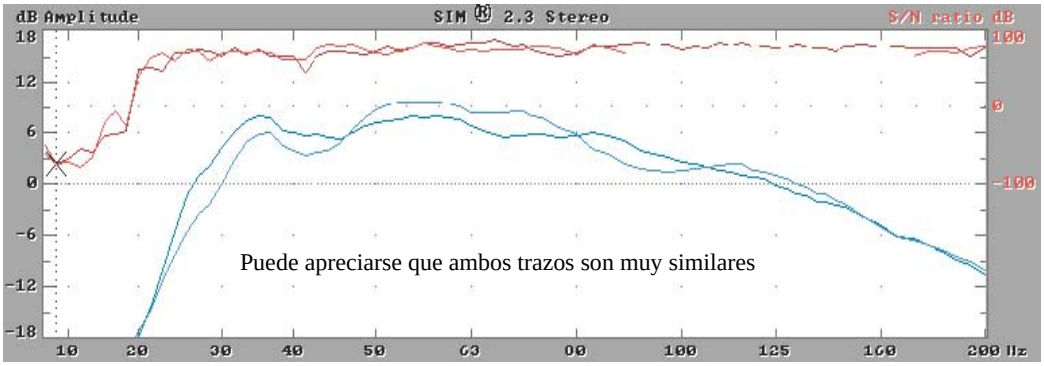


Ilustración 8.12 Un subwoofer en campo libre vs. Un subwoofer en ½ espacio

La ilustración 8.13 comparan las gráficas de 2 subwoofers en campo libre (trazo oscura), con 1 subwoofer en acoplamiento de ½ espacio (trazo claro), se puede observar que estas son muy similares.

Esto sucede porque la superficie sólida del suelo añade un segundo subwoofer (fantasma), y como se vio anteriormente puede predecirse un incremento de hasta 6 dB.



La ilustración 8.14 muestra que entre mayor sea la distancia del subwoofer con respecto a respecto a la superficie sólida la imagen fantasma se de dicha superficie.

La distancia de la imagen fantasma con respecto al subwoofer real tendrá repercusiones en la respuesta de frecuencia resultante (se mostrara más adelante).

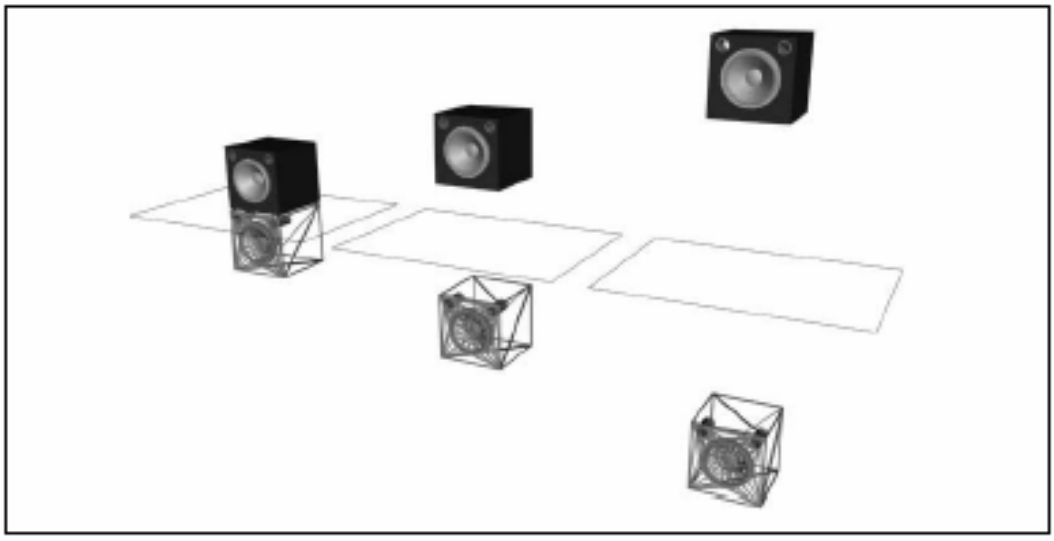


Ilustración 8.14 La imagen fantasma se encuentra a la misma distancia que el altavoz real

4.- ¼ de Espacio (dos superficies)

La ilustración 8.15 muestra la respuesta de frecuencia de un subwoofer, medido en el eje a 4 metros de distancia y libre de reflexiones (campo libre).

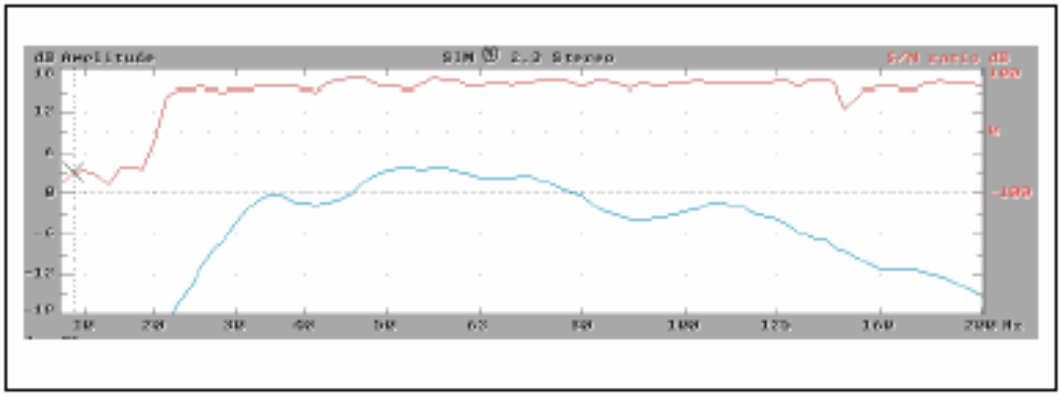


Ilustración 8.15 Un subwoofer en campo libre

La ilustración 8.16 muestra la respuesta de frecuencia de 1 subwoofer, medido en el eje a 4 metros de distancia en una situación de 1/4 espacio.

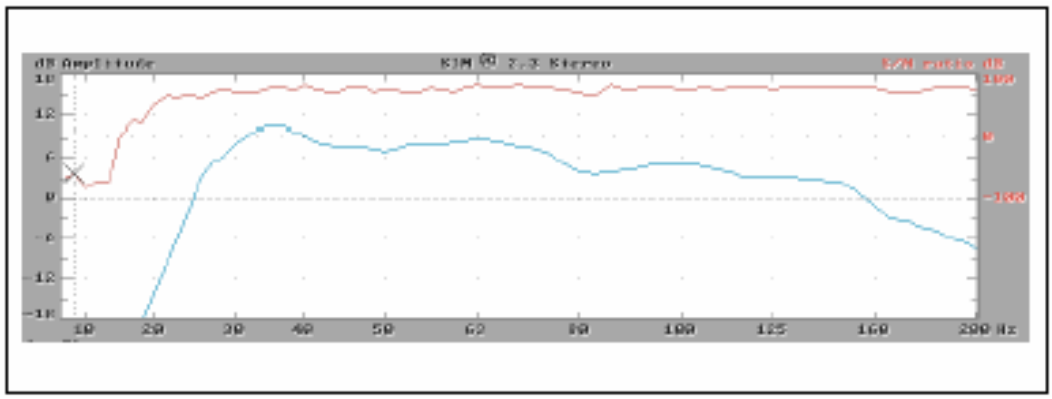


Ilustración 8.16 Un subwoofer en ¼ de espacio

La ilustración 8.17 compara la gráfica de 1 subwoofer en campo libre (trazo oscuro), con 1 subwoofer en acoplamiento de 1/4 espacio (trazo claro) se puede observar que el nivel se incrementa 9 dB aproximadamente en un rango amplio de frecuencias.

Esto sucede porque la superficie sólida de la pared trasera añade un tercer subwoofer (fantasma) a los 2 ya existentes (el subwoofer real y su imagen fantasma producida por el suelo).

El incremento teórico debe ser 9.5 dB, debido a que tenemos un subwoofer real y 2 subwoofers fantasmas

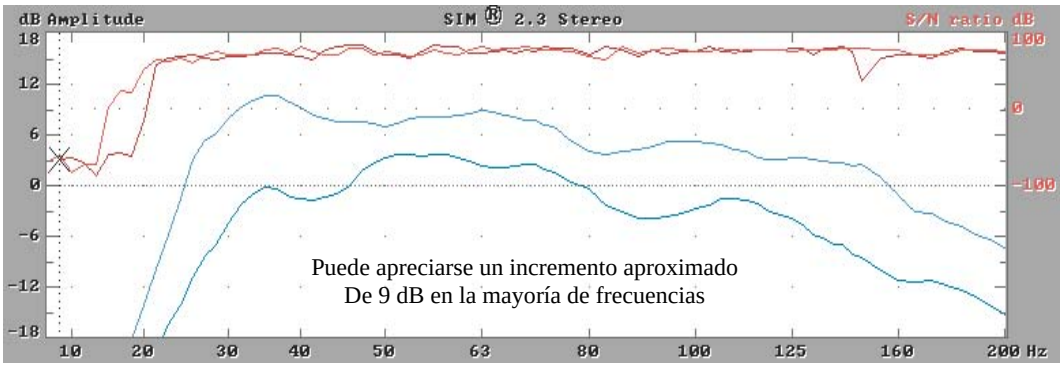


Ilustración 8.17 Un subwoofer en campo libre (trazo oscuro) vs. Un subwoofer en ¼ de espacio (trazo claro)

5.- 1/8 de Espacio (tres superficies)

La ilustración 8.18 muestra la respuesta de frecuencia de un subwoofer, medido en el eje a 4 metros de distancia y libre de reflexiones (campo libre).

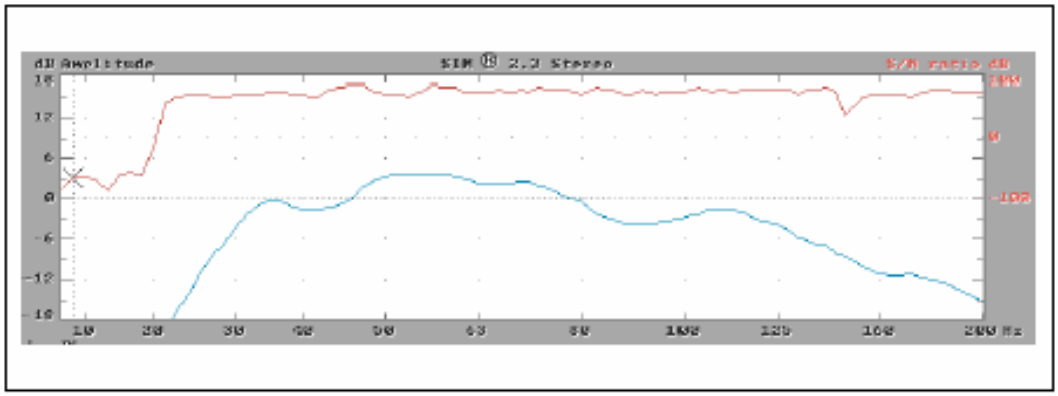


Ilustración 8.18 Un subwoofer en campo libre

La ilustración 8.19 muestra la respuesta de frecuencia de 1 subwoofer, medido en el eje a 4 metros de distancia en una situación de 1/8 espacio.

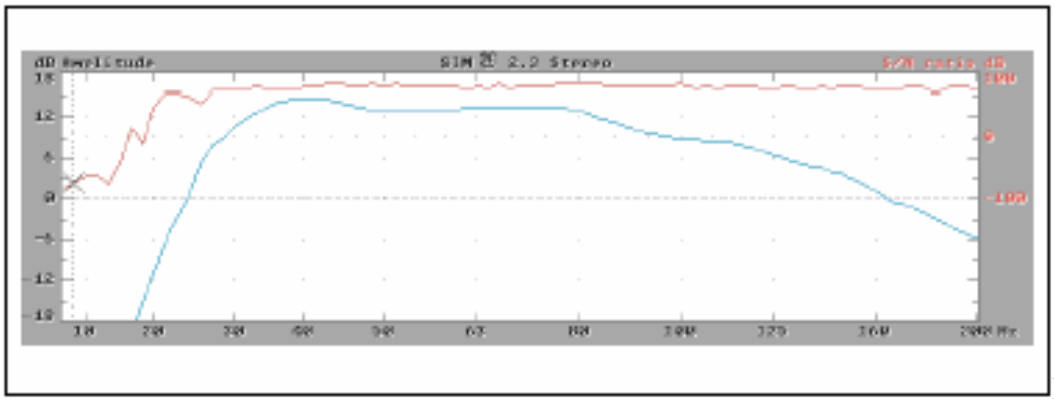


Ilustración 8.19 Un subwoofer en un 1/8 de espacio

La ilustración 8.20 compara la grafica de 1 subwoofer en campo libre (trazo oscuro), con 1 subwoofer en acoplamiento de 1/8 de espacio (trazo claro) se puede observar que el nivel se incrementa en 12 dB aproximadamente en un rango amplio de frecuencias.

Esto sucede porque la superficie sólida de la pared lateral añade un cuarto subwoofer (fantasma) a los 3 ya existentes (el subwoofer real y sus imágenes fantasma producidas por el suelo y la pared trasera).

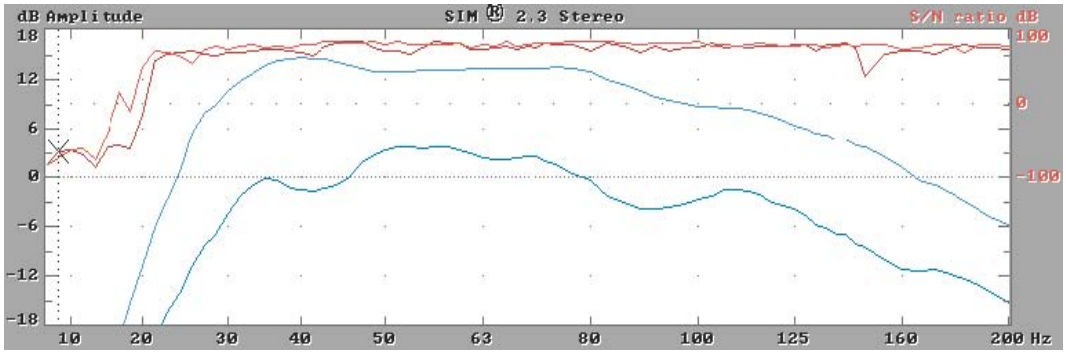


Ilustración 8.20 Un subwoofer en campo libre (trazo oscuro) vs. 1 subwoofer en 1/8 de espacio (trazo claro)

El incremento teórico debe ser 12 dB, debido a que tenemos un subwoofer real y 3 subwoofer fantasmas.

ANEXO

Tabla: rango de frecuencias de los instrumentos musicales

Instrumento	Fundamental	Armónicos
Flauta	261-2349	3-8 KHz
Oboe	261-1568	2-12 KHz
Clarinete	165-1568	2-10 KHz
Fagot	62-587	1-7 KHz
Trompeta	165-988	1-7.5 KHz
Trombón	73-587	1-4 KHz
Tuba	49-587	1-4 KHz
Tambor	100-200	1-20 KHz
Bombo	30-147	1-6 KHz
Platillos	300-587	1-15 KHz
Violín	196-3136	4-15 KHz
Viola	131-1175	2-8.5 KHz
Cello	65-698	1-6.5 KHz
Bajo acústico	41-294	1-5KHz
Bajo eléctrico	41-300	1-7 KHz
Guitarra acústica	82-988	1-15 KHz
Guitarra eléctrica (amplif.)	82-1319	1-3.5 KHz
Guitarra eléctrica (directa)	82-1319	1-15 KHz
Piano	28-4196	5-8 KHz
Saxo Soprano	247-1175	2-12 KHz
Saxo alto	175-698	2-12 KHz
Saxo tenor	131-494	1-12 KHz
Cantante	87-392	1-12 KHz

Aprende a comprimir tus señales

Introducción: la dinámica de una señal

¿Qué es lo básico? Antes siquiera de hablar de compresión, debemos dejar claros algunos conceptos sobre la dinámica de una señal de audio; por "dinámica" entendemos las variaciones de nivel de una señal en el tiempo (una cantante de ópera que haga continuos crecendos y decrecendos tendrá una dinámica muy acusada; un pitido de silbato mantenido al mismo volumen no tendrá dinámica alguna).

· **Nivel de ruido de fondo**: este es el nivel donde encontramos el ruido de cinta y de línea, los ruidos eléctricos, etc.

· **Nivel nominal**: sería el nivel más apropiado para grabar tu señal de manera que haya una mínima distorsión (el momento en que la señal "pica" en el rojo; es decir, sobrepasa el umbral máximo admitido) y que el nivel de ruido de fondo sea superado.

· **Relación señal-ruido**: la distancia entre el nivel de ruido y el nivel nominal.

· **Nivel máximo**: se alcanza cuando la señal entrante comienza a distorsionar.

· ***Headroom***: la diferencia entre el nivel nominal y el nivel máximo; es tu "zona de seguridad", el último espacio que tienes antes de que suceda la distorsión.

· **Rango dinámico**: todo el nivel que puede ocupar la señal, desde el nivel de ruido hasta el nivel máximo.

La compresión

Ahora que hemos explicado estos conceptos elementales, podemos empezar a hablar de compresión. Supongamos que estas en tu estudio grabando unas tomas de sintetizadores, voces o instrumentos. Has ajustado un nivel adecuado para grabarlos, es decir, deberías estar cerca del nivel nominal (superando el ruido de fondo y cerca de la distorsión, pero sin tocarla). Esto es un escenario ideal, pero lo más normal es que, si prestas atención a tu indicador de señal, veas como se pone en el rojo alguna vez (distorsión).

Esto dependerá de la naturaleza de la fuente que estés grabando: por ejemplo, imagina que grabas una voz muy sentida, con momentos de murmullo y repentinas subidas de nivel. Es muy fácil que saltes al rojo en estas circunstancias. Podrías pensar "bueno, si estoy atento a los cambios de nivel, puedo anticiparme y subir y bajar el volumen de entrada cuando se requiera"... Has pensado bien, pero no eres del todo práctico: deja que te ayude un compresor.

Un compresor monitoriza la señal de entrada y actúa bajando el nivel cuando se alcanza la distorsión, o subiéndolo si la señal cae demasiado baja. Esta es la definición de andar por casa; para completarla, podemos decir que el compresor lee la señal de entrada, y luego, de acuerdo con el ratio de compresión que tú has configurado, reduce la señal que de otra manera distorsionaría. Esto te permite mantener la señal a un nivel manejable y grabable sin picos imprevistos.

Alto, ¿qué es eso del "ratio"? Es uno de los parámetros esenciales de un compresor. Pasamos a explicarte cuáles son los controles básicos de los compresores, y así irás descubriendo cómo funcionan (en la foto, el *Nanocompressor* de Alesis)

· **Threshold**: este es el nivel (en decibelios, dB) a partir del cual el compresor empieza a actuar. Para que entiendas cómo actúa, debemos hablar un momento de los niveles de una señal. Quédate con la idea de que un fader colocado en la marca de 0 dB está dejando pasar toda la señal "tal cual", sin restarle o añadirle ganancia. Digamos que 0 dB se identifica con la imagen "real" del sonido que entra. Los valores positivos (+1 dB, +2 dB...) indican que estamos añadiendo ganancia a la señal original, y los negativos (-1 dB...) que estamos restándosela. Si ajustamos el threshold del compresor a -5 dB por ejemplo, le estamos diciendo que, cuando la señal entrante alcance ese nivel, empezará a ser comprimida. Por ello, cuanto mas bajemos el threshold, más comprimiremos la señal.

· **Ratio**: se da en valores de proporción, como 2:1, 3:1, 4:1, etc. Supongamos que colocas el ratio en 3:1. Lo que sucederá es que por cada vez que tu señal entrante supere en 3 dB al nivel de threshold, el compresor sólo permitirá que pase 1 dB de señal. Tu pensarás "de acuerdo, pero si está dejando pasar un decibelio cada vez, entonces sobrepasará de todos modos el nivel de threshold". Evidentemente; el threshold es una marca de referencia, no una "guillotina" que corta todo lo que pasa por ella. Se da por hecho que el threshold y el ratio deben ir relacionados; debes configurar un nivel de threshold lo bastante bajo, teniendo en cuenta el ratio, para que los dB que pasen no lleguen a distorsionar, saliéndose por encima den? 0 dB. Aquí entra en juego el concepto de headroom; el "espacio de seguridad" al que nos referíamos. Si tienes un headroom amplio, podras jugar con ajustes más extremos. Si estás en trance permanente de distorsionar la señal, tendras que manejar estos controles con mayor precisión.

La técnica más recomendable es ajustar el ratio primero, y luego ir moviendo el threshold hasta que notes que la señal empieza a comprimirse (esto lo verás fácilmente en los medidores de tu mesa, cuando veas que las distorsiones de la señal empiezan a desaparecer, cayendo el nivel a un rango más uniforme). Ten clara una cosa: si tu señal es demasiado débil, y el threshold está demasiado alto, nunca funcionará el compresor. Si tu señal, digamos, solo alcanza cotas de -5 dB y el threshold está a -2 dB, es evidente que el compresor no actuará.

· **Ataque (attack)**: Este parámetro decide con qué rapidez actuará el compresor cuando aparezcan los picos (cuando la señal supere el umbral de threshold). Nos servirá para adaptar el funcionamiento del compresor a la naturaleza de la fuente de sonido. Por ejemplo: algunos instrumentos tiene un ataque muy rápido (es decir, suenan de inmediato, tan pronto como son tocados). Así pues, para este tipo de sonidos (como los de bajo o bombo), necesitarás que el compresor actúe rápidamente, para que no se le escape ningun pico (tendrías que ajustar el ataque a un valor bajo o nulo).

· **Liberación (release)**: El parámetro de liberación marca la velocidad con que el compresor deja de actuar sobre la señal una vez que ésta, despues de picar, ha bajado ya del nivel de threshold (cuando ya no necesita ser comprimida). Si ajustas la liberación a un valor largo, conseguirás una señal más sostenida. Si es corto, la señal caerá de nivel más rapidamente.

· **Ganancia de salida (output gain)**: Cuando has ajustado ya el threshold y el compresor está actuando, tu nivel nominal se verá reducido dependiendo de la cantidad de compresión que apliques, y así la señal, aunque comprimida, se escuchará con menor volumen. Este parámetro se utiliza para corregir ese efecto y

restablecer el nivel de nuevo. Usa este ajuste con cuidado: aumentando de nuevo el nivel, estás aumentando también el nivel de ruido de fondo que llega aumentado después de la compresión. Para evitar esto, procura que llegue la mayor cantidad de señal pura posible al compresor, con el mínimo ruido.

· **Knee**: Este parámetro no lo llevan todos los compresores, pero no es raro encontrárselo. Hay dos tipos de "knee" (rodilla): hard-knee y soft-knee. El ajuste hard-knee supone que la señal será comprimida de inmediato en la proporción marcada por el ratio tan pronto alcance el nivel de threshold. El ajuste soft-knee hace esto de una manera más suave, aplicando la compresión no toda de golpe, consiguiendo así un sonido menos abrupto. Típicamente, los sonidos que requieren pegada, como el bajo y el bombo, se comprimen con "hard-knee". Algunos compresores te permiten también escoger valores intermedios entre estos dos extremos, para controlar mejor el sonido.

Comprimiendo en la práctica

El uso de la compresión dependerá mucho de tus gustos personales. En la música de baile actual y en ciertos estilos se utilizan configuraciones extremas para darle gran pegada a los sonidos, pero puede n?que tú no necesites eso. Una compresión extrema puede hacer una mezcla demasiado agresiva, pero también, una compresión escasa puede hacer muy "blando" el sonido. Como siempre, la solución está en probar distintas configuraciones hasta alcanzar un resultado que te satisfaga.

Para darte una guía, aquí tienes algunos ajustes recomendados, en general, para distintos tipos de señales:

· **Bajo**: Prueba a empezar con un ratio de 4:1 y un ataque y liberación rápidos. Normalmente se prefiere la compresión hard-knee porque el sonido del bajo suele requerir pegada y potencia, pero también depende del estilo. Quizás te convenga una soft-knee para un bajo de jazz en un tema suave y tranquilo.

· **Guitarra**: Empieza con un ratio de 2:1 para guitarras acústicas, o un 3:1 o 4:1 para guitarras distorsionadas. Para conseguir un sonido más sostenido, intenta un ratio de 4:1 ratio, con un ataque rápido y liberación lenta. Cuando tengas esos ajustes preparados, toca la nota que quieres sostener, y aumenta el ratio hasta que el sonido se sostenga tanto como deseabas.

· **Percusión**: Las señales de percusión se comprimen muy a menudo debido a sus ataques rápidos. Prueba a comprimir la caja, que es el sonido que más suele distorsionar porque cada gope de caja sobresale por encima de todos los demás con mucha facilidad. Intenta un ratio de 3:1, y usa un ataque y liberación rápidos. Si la señal continúa distorsionando, prueba ratios mayores (la foto que te incluimos aquí muestra un compresor de Logic configurado para una caja). Este método es válido también para los timbales. Para lon?s platillos, prueba un ratio de 2:1 con ataque rápido y liberación lenta, para mantener así el desvanecimiento natural del sonido de los platillos.

· **Voces**: Como en la percusión, es habitual comprimir las señales de voz. El ratio varía con cada cantante, dependiendo del tipo de voz (gritona y potente, suave y tranquila, etc). Los cantantes que no hacen grandes altibajos con su voz tendrán una dinámica mas pequeña y requerirán por ello menos compresión. Prueba para empezar un ratio de 2:1, con el ataque rápido, y liberación media-larga. Aumenta luego el ratio hasta que tengas dominados los picos de distorsión.

Conclusión

En general, debes usar la compresión para situar las señales correctamente en la mezcla, para darles la presencia necesaria y para dominar sus subidas y bajadas de nivel. Otros la utilizan también con intenciones creativas, o para conseguir un efecto deliberado, como por ejemplo una gruesa y potente línea de bajo que marque el ritmo.

Podría decirse que la compresión es un arte que solo dominarás con mucha práctica. Tu oído será la mejor guía: prueba diferentes ajustes y configuraciones hasta alcanzar el sonido que estabas buscando.